

JP98/05569

09/367060
PCT/JP98/05569 3

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

09.12.98
REC'D 30 DEC 1998
WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1997年12月 9日

出 願 番 号
Application Number:

平成 9年特許願第338974号

出 願 人
Applicant (s):

株式会社東芝

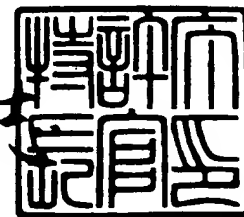
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED
IN COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1998年11月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平10-3090511

【書類名】 特許願

【整理番号】 89A9790051

【提出日】 平成 9年12月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B23K 26/12
B23K 26/00
G21C 13/02

【発明の名称】 原子炉内構造物の予防保全・補修装置

【請求項の数】 41

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝
 横浜事業所内

 【氏名】 佐藤 勝彦

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝
 横浜事業所内

 【氏名】 木村 元比古

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝
 横浜事業所内

 【氏名】 佐野 雄二

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝
 横浜事業所内

 【氏名】 向井 成彦

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝
 横浜事業所内

 【氏名】 戸賀沢 裕

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 近藤 允

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 猪鹿倉 尋明

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 島村 光明

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 佐藤 能文

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 北島 靖己

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 上原 拓也

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 依田 正樹

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 落合 誠

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝
横浜事業所内

【氏名】 伊藤 智之

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100087332

【弁理士】

【氏名又は名称】 猪股 祥晃

【電話番号】 03-3501-6058

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012760

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9714245

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 原子炉内構造物の予防保全・補修装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 オペレーションフロアまたは原子炉プールの上方に設置されたレーザー発振器および制御盤と、原子炉圧力容器の上方に設けられ前記原子炉プール上を跨ぐように設置した支柱と、この支柱に保持され一端が前記レーザー発振器の投射口に接続された導光管と、この導光管の他端に接続された反射角度修正用自動アライメント機構を有する反射ミラーが内蔵された第1の反射ミラーボックスと、この第1の反射ミラーボックスに上端が接続し、下端が平板ガラスで仕切られ前記反射ミラーからのレーザー光を前記原子炉圧力容器内へ空間伝送するための導光管マストと、この導光管マストの下端に上面が接続し少なくとも1個のミラーから構成される角度修正用自動アライメント機構を有する第2の反射ミラーボックスと、この第2の反射ミラーボックスに接続した水平導光管と、この水平導光管を搭載し前記原子炉圧力容器内のほぼ中心に回転自在な旋回機能を有するシュラウド胴上に設置された旋回台車と、この旋回台車と遠隔着脱可能な機構を有しかつ前記水平導光管に接続するレーザー施工装置とを具備し、前記導光管、前記第1の反射ミラーボックス、前記導光管マスト、前記第2の反射ミラーボックス、前記水平導光管および前記レーザー施工装置の各々の接続部をガラスで仕切りかつ分離可能構造としてなることを特徴とする原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項2】 前記導光管マスト、旋回台車に搭載された水平導光管、およびアニュラス用レーザー施工装置の各導光管結合部の端面は、各々平板ガラスで仕切られて単独に閉空間を維持しており、かつ、その前記平板ガラスの液面側を吹き付けるように少なくとも1つの水ノズルが固定されていることを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項3】 前記導光管マスト、水平導光管およびレーザー施工装置の各結合部の端面は、各々平板ガラスで仕切られて単独に閉空間を維持しており、前記各々の結合部には空圧チューブが接続されており、空圧チューブの末端はオペレーションフロア上の100%乾き空気源、窒素ガスボンベ、または不活性ガスボ

ンベに接続してなることを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項4】 前記導光管マストは、Oリング付きフランジ、フランジボルト、蝶番から多段組立て式に構成されてなることを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項5】 前記旋回台車は、リンク、液圧ピストンおよびパッドから構成される旋回台車クランプ機構と、この旋回台車クランプ機構をベースに前記原子炉圧力容器の中心に前記旋回台車全体を旋回可能とする回転軸受け、旋回モータ、旋回車輪とを有する旋回機構と、この旋回機構上に設けられ前記水平導光管を伸縮自在とするためのリニアガイド、ボールネジ、ギヤ、サーボモータとを有するスライド機構を有する水平導光管とを備えてなることを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項6】 前記支柱はその両端部に駆動部を持つ車輪を有し、この車輪は前記オペレーションフロア上に設置した横行レール上を走行して前記原子炉プール上を横行自在に構成され、前記レーザー発振器および自動アライメント装置を有する光学装置は移動可能な前記支柱上に搭載し、前記導光管マストとの接続部と前記レーザー発振器の投射口との間の導光管は多段式シリンダーで伸縮自在に構成されてなることを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項7】 前記レーザー施工装置は前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続された前記水平導光管からのレーザー光を伝送する伸縮自在な導光管と、この導光管の先端に配置されたレーザー投射ヘッドと、このレーザー投射ヘッドを前記原子炉圧力容器内に設置されたジェットポンプディフューザの任意の高さの位置において軸中心に固定する固定部とからなることを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項8】 前記固定部は、膨張可能な袋状物体からなることを特徴とする請求項7記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項9】 前記固定部は、リンク機構、パッド、液圧シリンダからなることを特徴とする請求項7記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項10】 前記レーザー施工装置は、前記旋回台車に搭載された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続され前記ディフューザ上端部に着座可能な寸法形状を有する前記水平導光管からのレーザー光を伝送する回転式導光管と、その下端内部には遠隔着脱可能な施工アーム用接続部と、この接続部に対し前記原子炉圧力容器内遠隔で着脱し前記ディフューザ外面のレーザー照射施工を可能とする施工アームとからなることを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項11】 前記回転式導光管は、ジェットポンプのライザー管を取付ける前記原子炉圧力容器内に設置されたライザーブラケットを通過可能な外形を有するパイプで、このパイプの下端に前記ディフューザ上端に着座可能で軸受けと回転駆動部を有する着座部と、この着座部上に中間導光管とを有し、内部に角度微調整自在の反射ミラーを有し、前記仕切りの平板ガラスや位置決めピンなどから構成される施工アームとの接続部を有するとともに、その上は下端部の回転を自在とするための軸受け、Ｏリングからなる回転部、最上端に角度微調整自在の反射ミラーと仕切り平板ガラスと水平導光管との接続部からなることを特徴とする請求項10記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項12】 前記施工アームはレーザー投射ヘッド、伸縮導光管、アーム、接続部から構成され、前記伸縮導光管は液圧ピストン、リニアセンサ、中空シリンダ、Ｏリングとからなる伸縮自在な導光管を構成し、前記接続部は前記回転式導光管の接続部との取り合いを行う位置決めピン用ピン穴と接続後の固定用電磁チャックとからなることを特徴とする請求項11記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項13】 前記レーザー施工装置は、前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続された導光管マストと、液圧ピストンおよび平行リンク機構とからなる前記シユラウド中間部胴回り込み機構と、前記ジェットポンプと前記シユラウド胴の外壁とに挟まれた空間を通過可能な形状を有した挿入マストとレーザー投射ヘッド

とからなることを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項14】 前記挿入マストのマスト長さは各々の水平溶接線の高さに合わせ分解、取り替え自在で、かつ、前記ジェットポンプと前記シュラウド胴との隙間に合わせ前記挿入マストが前記シュラウド胴に沿って通過可能なように前記挿入マストの厚みを増減してなることを特徴とする請求項13記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項15】 前記レーザー施工装置に内蔵される導光管は、平板ガラスおよび角度調整用モータ付きの反射ミラーから構成される上端の前記水平導光管との接続部、4つの90度反射ミラーまたはプリズムと少なくとも2つの捻り自由度を有する導光管から構成され、かつ前記平行リンク機構に沿って光路オフセットが任意に可能な自在継ぎ手部、前記挿入マストに固縛、内蔵され、かつ挿入マストの厚み変化に合わせレーザー光軸中心が挿入マストの厚みの中心となるように板ガラスにより偏光修正された複数の径の導光管から構成された挿入マスト内蔵用導光管群とから構成されることを特徴とする請求項13記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項16】 前記レーザー施工装置は、前記旋回台車に搭載された水平導光管および遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続され伸縮自在な多段式の導光管マストと、その先端は複数の垂直多関節部を有する導光管とレーザー投射ヘッドから構成されることを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項17】 前記垂直多関節部の各垂直振り関節は、2つの90度反射ミラーまたは2つの直角プリズムと1つの捻り自由度の関節軸からなることを特徴とする請求項16記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項18】 前記レーザー施工装置は、前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続され伸縮自在な多段式の導光管マストと、その先端は複数の水平多関節部を有する導光管と、レーザー投射ヘッドから構成されることを特徴とする請求項16記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項19】 前記水平多関節部の各水平関節は、2つの90度反射ミラーまたは2つのプリズム、中空モータ、軸受け等から構成され、その関節駆動部内部をレーザー光が通過可能とした導光管内蔵の水平関節モジュールで、このモジュールと同形のモジュールを複数台組み合わせてなることを特徴とする請求項18記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項20】 前記レーザー施工装置は、前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続され伸縮自在な多段式の導光管マストと、この導光管マストの下端に設けたレーザー走査機構とから構成されることを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項21】 前記多段式導光管マストの下端部に反射ミラーを設けてなり、この反射ミラーはレーザー光により水平、原子炉压力容器内の半径方向に曲げられ平板ガラスを介して水中に伝送し、かつその投射方向は遠隔で傾きを変えることにより180度左右正反対（炉心方向と炉壁方向）に変更自在であることを特徴とする請求項20記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項22】 前記レーザー施工装置は、前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続され前記水平導光管からのレーザー光を伝送しライザー管上端の2つのノズル穴の内の一つに挿入可能な寸法形状を有する多段伸縮式導光管と、その先端に配置され、前記ライザー管内部の各溶接線まわりの予防保全施工、あるいは補修施工等をレーザー照射により行うレーザー投射ヘッドと前記ライザー管内部において前記レーザー投射ヘッドを前記ライザー管の任意の高さの位置において軸中心に固定可能とする固定部から構成されることを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項23】 前記固定部は、膨張可能な袋状物体からなり、前記多段式導光管とレーザー投射ヘッドの間に取り付けられ、前記袋状物体内に流体を注入することで膨らみ、前記レーザー投射ヘッドの軸心を前記ライザー管の軸心と合わせる機能を具備していることを特徴とする請求項22記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項24】 前記ライザー管の任意の高さの位置において軸中心に固定可能とする固定部は、リンク機構、パッド、液圧シリンダから構成されていることを特徴とする請求項22記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項25】 前記レーザー投射ヘッドは、集光レンズユニット、スキャン用反射ミラーまたはプリズム、水平スキャン機構、揺動スキャン機構、ステップ直動機構、焦点距離調整機構、施工面ごみ除去装置、少なくとも1つの小型マイクロフォン、ハーフミラーとレトロリフレクタ、監視用カメラから構成され、前記レーザー投射ヘッドの光学系の構成は、前記ヘッドに接続した導光管からのレーザー光が蛇腹管を通過して前記ハーフミラーに入り、このハーフミラーで、レトロリフレクタ側と集光レンズ側とに分光され、前記レトロリフレクタ側のレーザー光は偏光フィルターで偏光された後、再び前記ハーフミラーに戻り前記レーザー発振器側に戻り、前記集光レンズ側のレーザー光は、蛇腹管、集光レンズを通過後、仕切りの平板ガラスを通過して水中に入り、さらにスキャン用反射ミラーで反射し、施工対象物に向け投射され、また、その駆動機構は、ヘッドの光学系全体が上下にステップ移動可能なようにリニアガイド、ボールネジ、ギヤ、回転アクチュエータから構成される前記ステップ直動機構と、焦点距離が遠隔で増減調整可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータから構成される焦点距離調整機構付き集光レンズユニットと、反射ミラーがレーザー入射光の光軸廻りに揺動回転可能なように軸受け、ギヤ、回転アクチュエータから構成される揺動スキャン機構、さらに集光レンズユニットと揺動スキャン機構全体が左右にステップ移動可能なように構成されるリニアガイド、ボールネジ、ギヤ、回転アクチュエータから構成される水平スキャン機構とによって構成されていることを特徴とする請求項7、12、13、16、18または22記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項26】 前記レーザー投射ヘッドは、主に集光レンズユニット、スキャン用反射ミラーまたはプリズム、揺動スキャン機構、伸縮導光管機構、焦点距離調整機構、施工面ごみ除去装置、少なくとも1つの小型マイクロフォン、監視用カメラから構成され、前記レーザー投射ヘッドの光学系の構成は前記ヘッドの接続した導光管からのレーザー光は、最初に2つの平板ガラスに仕切られた中

空ピストン状の伸縮導光管機構を通過して、集光レンズユニットに入り、仕切りの平板ガラスを通過して水中に入り、さらにスキャン用反射ミラーで反射し、施工対象物に向け投射され、その駆動機構はヘッドの光学系全体が上下にステップ伸縮可能なように2つの平板ガラス、リニアポジションセンサ、リング、ピストン機構、復帰バネ、空圧チューブなどから構成される前記伸縮導光管機構と、焦点距離が遠隔で増減調整可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータなどから構成される焦点距離調整機構付き集光レンズユニットと、反射ミラーがレーザー入射光の光軸と直角でかつミラー面を含む軸方向に揺動回転走査可能なように軸受け、回転アクチュエータ、角度検出センサなどから構成される揺動スキャン機構とであることを特徴とする請求項7、12、13、16、18または22記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項27】 前記レーザー投射ヘッドは、主に集光レンズユニット、集光レンズ回転機構、スキャン用反射ミラーまたはプリズム、伸縮導光管機構、焦点距離調整機構、揺動スキャン機構、施工面ごみ除去装置、少なくとも1つの小型マイクロフォン、監視用カメラから構成され、前記レーザー投射ヘッドの光学系の構成は前記ヘッドを接続した導光管からのレーザー光は、最初に2つの平板ガラスに仕切られた中空ピストン状の伸縮導光管機構を通過して、焦点位置が横に偏光するように集光レンズの光軸を入光軸に対し若干ずらして整形、組立てられた集光レンズユニットに入り、仕切りの平板ガラスを通過して水中に入り、さらにスキャン用反射ミラーで反射し、施工対象物に向け投射され、その駆動機構は前記ヘッドの光学系全体が上下にステップ伸縮可能なように2つの平板ガラス、リニアポジションセンサ、リング、ピストン機構、復帰バネ、空圧チューブから構成される前記伸縮導光管機構と、焦点距離が遠隔で増減調整可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータから構成される焦点距離調整機構付き集光レンズユニットと、前記集光レンズユニット全体がレーザー光軸廻りに回転可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータから構成される集光レンズ回転機構と、反射ミラーが前記集光レンズ回転機構の回転軸と同軸廻りに回転走査可能とする回転軸、回転アクチュエータから構成される揺動スキャン機構とであることを特徴とする請求項7、12、13、16、18または22記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装

置。

【請求項28】 前記レーザー投射ヘッドは、主に集光レンズユニット、焦点距離調整機構、スキャン用反射ミラー、スキャン機構、施工面ごみ除去装置、少なくとも1つの小型マイクロフォン、監視用カメラとから構成されるスキャンモジュールと、1モジュールに中継ミラー機構または中継プリズム機構と伸縮機構と曲げ機構の2自由度を有する関節モジュールが2つ以上から構成されることを特徴とする請求項7、12、13、16、18または22記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項29】 前記制御盤は前記レーザー施工装置を制御するセンサから得られる信号の信号処理回路、各駆動部のアクチュエータの制御ドライバー、全体を統括する計算機、システム状態の表示装置、操作の入力装置、レーザー発振器への動作指令や状態信号の入出力回路、前記レーザー投射ヘッドからのマイクロフォンの音響信号分析ユニットから構成され、前記音響信号分析ユニットは前記レーザー施工装置の先端部に設置された少なくとも1つのマイクロフォンからの音響信号を処理する入力回路、増幅アンプ、周波数フィルターなどからなる信号前処理回路、A/D変換回路、施工時の施工ポイントの位置計測や施工状態量や施工異常の判定などを演算処理するプログラム計算処理回路から構成されたことを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項30】 前記音響信号分析ユニットはレーザー施工時に施工面で発生する音を分析するもので、施工ポイントの位置計測は複数のマイクロフォンからの音の伝播時間を計測し、3点測量の原理で音発生位置を3次元計測し、各パルス光到達時にレーザー光の集光点から衝撃圧力波が発生し、この衝撃音を複数のマイクロフォンで同時計測し、集光点から各マイクロフォンまでに衝撃音が伝播するまで時間を前記プログラム計算処理回路で演算算出し、さらに前記3点測量法の原理を用いて衝撃音発生位置を同定するもので、施工状態量の計測は、前記衝撃音のピークレベルとピーク音の周波数分布からレーザー光のエネルギーレベル、入光状態を定量的に分析、計測するものであり、施工異常診断は、レーザー光が施工対象（金属表面）の手前で集光し、エネルギーが吸収されない場合や、レーザー光の光路上に浮遊物が存在して集光点手前でエネルギーが減衰する場

合は、ピーク音の手前でノイズが発生する現象を利用し、これらの施工音分析データを基にレーザー焦点位置の調整やレーザー光の発振器制御へのフィードバック制御や、異常時の対応のインターロック制御を行うことを特徴とする請求項29記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項31】 前記レーザー光の光路上に前記施工面ごみ除去装置を設け、この施工面ごみ除去装置は、前記レーザー照射ヘッド付近に取り付けた水ジェットノズルと、この水ジェットノズルから加圧給水ユニットまでをつなぐ接続ホースと、加圧給水ユニットおよびフィルターから構成されることを特徴とする請求項21、26、27、28または29記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項32】 前記施工面ごみ除去装置は、前記レーザー照射ヘッド付近に取り付けた吸い込みノズルと、この吸い込みノズルから吸い込みポンプユニットまでをつなぐ接続ホースと、吸い込みポンプユニットおよびフィルタから構成されることを特徴とする請求項21、26、27、28または29記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項33】 前記施工面ごみ除去装置は、前記レーザー照射ヘッド付近に取り付けた水ジェットノズルおよび吸い込みノズルと、これらのノズルから前記加圧給水ユニットおよび前記吸い込みポンプユニットまでを接続する接続ホースと、加圧給水ユニット、吸い込みポンプユニットおよびフィルタから構成されることを特徴とする請求項21、26、27、28または29記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項34】 前記施工面ごみ除去装置において、前記接続ホースおよび加圧給水ユニットの代わりに、前記レーザー照射ヘッド付近にモータ、スクリュー、フィルターからなる水流発生装置を設けることを特徴とする請求項31記載の原子炉内の予防保全・補修装置。

【請求項35】 前記施工面ごみ除去装置において、前記接続ホースおよび吸い込みポンプの代わりに、前記レーザー照射ヘッド付近にモータ、スクリューからなる水流発生装置を設けることを特徴とする請求項32記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項36】 前記施工面ごみ除去装置において、前記接続ホース、加圧給水ユニット、吸い込みポンプユニットの代わりに、前記レーザー照射ヘッド付近にモータ、スクリュウ、フィルタからなる水流発生装置を設けることを特徴とする請求項36記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項37】 前記レーザー施工装置には前記レーザー施工装置の先端付近にスクリュウとモータから構成される水中プロペラを備え、この水中プロペラの推進力により前記レーザー施工装置に加わる外力、水の流れまたは前記の施工面ごみ除去装置の反力を押え、レーザー投射ヘッドを施工場所において静定させる力を得ることを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項38】 前記レーザー投射ヘッドにジャイロモータを搭載してなることを特徴とする請求項7、12、13、16、18または22記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項39】 前記レーザー発振器を耐水圧容器に入れ、前記旋回台車上に設置し、前記耐水圧容器を前記レーザー発振器の投射口とすることを特徴とする原子炉内構造物の予防保全・補修装置

【請求項40】 前記レーザー発振器は、前記旋回台車へ設置、組立て、あるいは分離ができるように位置決めピン、ロック機構を有し、かつ前記レーザー発振器と前記旋回台車間の導光管は一度平板ガラスによって各々仕切られていることを特徴とする請求項39記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【請求項41】 前記旋回台車はそのベース板を中間を空洞とする門型とし、その空間部の上に、内部に電動式反射ミラーを有し、2つの平板ガラスで仕切られた閉空間を構成するシュラウド内施工用中継ボックスを前記レーザー施工装置と同様の取り付けを用いて前記旋回台車上へ設置することを特徴とする請求項5記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば原子炉発電所プラント等における原子炉圧力容器内および炉

内構造物をレーザー法により予防保全および補修するための原子炉内構造物の予防保全・補修装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

軽水炉、例えば沸騰水型原子炉の原子炉内構造物は高温高压環境下において十分な耐食性と高温強度を有する材料、例えばオーステナイトステンレス鋼またはニッケル基合金によって構成されている。

【0003】

しかしながら、原子炉内構造物のうち、交換困難な部材についてはこれらの部材がプラントの長期におよび運転により厳しい環境に曝され、また中性子照射の影響もあり材料劣化の問題が懸念される。特に原子炉内構造物の溶接部近傍は溶接入熱による材料の鋭敏化および引張り残留応力の影響で潜在的な応力腐食割れの危険性を有している。

【0004】

最近、原子力発電プラントの安定運転のため、予防保全対策として種々の材料の表面改良技術が開発されている。その中でレーザー光を材料表面に照射して表面の改質を行う技術が例えば特開平7-246483号公報、および特開平8-206869号公報に開示されている。

【0005】

前記先願発明のうち、前者はパルスレーザー装置からレーザー光を反射鏡を通して被加工物（施工面）の表面に照射し、その施工面での照射位置を変えながら、施工面での残留引張り応力を圧縮応力に変える方法である。

【0006】

後者は、冷却水に浸された施工面に可視波長を持つ高出力、短パルスのレーザー光を照射して、施工面の残留応力改善、亀裂除去またはクラッドの除去を行う方法である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

前記先願発明は、レーザー光の伝送に、柔軟、小径で炉内対象物までのレーザ

一光の送り手段が容易となる光ファイバーを使用した点で共通点がある方法であるが、反面、一旦、ファイバーを通過したレーザー光は、空間伝送時だけで伝送した場合と比較し、レーザー投射ヘッドの焦点深度が非常に浅くなり、わずかな位置ずれでも施工不良となるため、レーザー投射ヘッドから施工点までの位置決め精度を行う必要がある点で技術的課題を有していた。

【0008】

そこで、上記課題に鑑み、本願発明者らはレーザー投射ヘッドの高度な位置決め制御を不要とするため、空間伝送方式でレーザー光をオペレーションフロア上、あるいはシュラウド胴上部から原子炉内の施工部位まで伝送する方法を発明して、特にシュラウド胴内部の原子炉内構造物を対象にしたレーザー光伝送方法を実現できる原子炉内予防保全補修装置を、特願平8-256532号により特許出願した。

【0009】

この特許出願において、レーザー伝送の方法は、沸騰水型原子炉のシュラウド内壁、およびシュラウド内の炉内構造物の溶接部位の予防保全・補修には適した装置である。しかしながら、シュラウド胴の外側、すなわちシュラウド胴外壁、圧力容器内壁、およびバッフルプレートに挟まれた狭い円環状の空間でその隙間にジェットポンプが林立しているアニュラス部と呼ばれている場所の場合は、レーザー光を通す導光管をジェットポンプなどの障害物を避けながら円環状の施工空域に挿入、接近し、また効率よく炉心から360度横方向に移動可能な具体的な機構、形態が開示されていなかった。

【0010】

そこで、本願発明者らは、前記アニュラス部への導光管を用いてのレーザー光の伝送方式が効率よく炉内構造物の予防保全・補修を行うことができ、その具体的な施工装置、機構形態を提供できることを見出した。

【0011】

本発明の目的は特に原子炉圧力容器内の冷却水の水中環境下で、炉内構造物であるシュラウド胴外壁とバッフルプレート、および原子炉圧力容器内壁で仕切られた空間に存在する溶接構造物表面を対象に、溶接施工時の熱影響を受け発生し

た残留引張り応力を圧縮応力に変える溶接線近傍の表層の応力改善、また鋭敏化した金属組織の表面改質、溶接補修を行うことができるレーザー法による原子炉予防保全・補修装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明は、オペレーションフロア上に設置したレーザー発振器、制御盤と、圧力容器プール上に仮設した支柱と、前記支柱には導光管が保持され、その一端はレーザー発振器投射口に接続し、他端は支柱の途中にあって、内部に反射角度修正用の自動アライメント機構付きの反射ミラーが内蔵された反射ミラーボックスと、上端は前記反射ミラーボックスに接続され、下端は平板ガラスで仕切られたレーザー光を炉内へ空間伝送するためのマスト構造の導光管と、上面は前記導光管マストの下端が接続され、側面の1つには水平導光管に接続された単数もしくは複数のミラーから構成される角度修正用の自動アライメント機構付き反射ミラーボックスと、炉心中心に回転自在な旋回機能を有するシュラウド上部胴上に仮設された旋回台車と、この旋回台車に内蔵された前記水平導光管と、炉内において前記旋回台車と遠隔着脱可能な機構を有し、かつ結合後、前記水平導光管の端面からのレーザー光を受け沸騰水型原子炉圧力容器内シュラウド胴外壁と原子炉圧力容器内壁とバッフルプレートとで囲まれた空間内の構造物の各溶接線を施工対象として個々の対象個所の形状毎に特定化した機構と構造を有する複数種類のアニュラス用レーザー施工装置とから構成される。

【0013】

また、オペレーションフロア上の支柱を含む装置、これと旋回台車までを接続する導光管マスト、旋回台車、およびアニュラス用レーザー施工装置は、各構成要素毎の導光管の接続部をガラスで仕切り炉内で分離可能とし、複数種類のアニュラス用レーザー施工装置の交換、組立て作業を炉内、遠隔で実施可能な構成とする。

【0014】

請求項2の発明は、請求項1記載の導光管マスト、旋回台車に内蔵された請求項1記載の水平導光管、およびアニュラス用レーザー施工装置の各導光管結合部

の端面は、各々平板ガラスで仕切られて単独に閉空間を維持しており、かつ、その前記平板ガラスの液面側を吹き付けるように1つ若しくは2つ以上の水ノズルが固定されていることを特徴とする請求項1記載の導光管マスト、旋回台車に内蔵された請求項1記載の水平導光管、およびアニュラス用レーザー施工装置の各導光管結合部の端面は、各々平板ガラスで仕切られて単独に閉空間を維持しており、かつ、その前記平板ガラスの液面側を吹き付けるように1つ若しくは2つ以上の水ノズルが固定されていることを特徴とする。

【0015】

請求項3の発明は、請求項1記載の導光管マスト、旋回台車に内蔵された請求項1記載の水平導光管、およびアニュラス用レーザー施工装置の各導光管結合部の端面は、各々平板ガラスで仕切られて単独に閉空間を維持しており、その各導光管には空圧チューブが接続されており、空圧チューブの末端はオペフロ上の100%乾き空気源、窒素ガスボンベ、あるいは不活性ガスボンベにつながっていることを特徴とする。

【0016】

請求項4の発明は、請求項1記載の導光管マストは、リング付きフランジ、フランジボルト、蝶番から構成した多段組立て式の導光管マストとすることを特徴とする。

【0017】

請求項5の発明は、請求項1記載の旋回台車は、リンク、液圧ピストン、およびパッドから構成される旋回台車クランプ機構と、その旋回台車クランプ機構をベースに炉心中心に前記旋回台車全体を旋回可能とする回転軸受け、旋回モータ、旋回車輪とから主に構成される旋回機構と、その旋回機構の上であって、請求項1記載の水平導光管を伸縮自在とするためのリニアガイド、ボールネジ、ギヤ、サーボモータとから主に構成されるスライド機構を有する水平導光管からなることを特徴とする。

【0018】

請求項6の発明は、請求項1記載の支柱は、その両端部に駆動部を持つ車輪を有し、この車輪はオペフロ上に仮設した横行レール上であって、原子炉プール上

を横行自在とし、請求項1記載のレーザー発振器、および自動アライメント装置などオペフロ上に配置する光学装置は移動可能な支柱上にすべて搭載し、請求項1記載の導光管マストとの接続部とレーザー発振器投射口との間の導光管は多段式シリンダ等で構成し伸縮自在とし、請求項1記載の多段組立て式の導光管マストとの接続部の設置位置を、支柱の横行機能と導光管の伸縮機能により炉上部において任意に調整自在としたことを特徴とする。

【0019】

請求項7の発明は、請求項1記載のアニュラス用レーザー施工装置は、前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続され前記水平導光管からのレーザー光を伝送する伸縮可能な導光管と、その先端に配置されジェットポンプ下部のディフューザ内部の各溶接線まわりの予防保全施工、あるいは補修施工等をレーザー照射により行うレーザー投射ヘッドとディフューザ内部においてレーザー投射ヘッドをディフューザの任意の高さの位置において軸中心に固定可能とする固定部から構成されることを特徴とする。

【0020】

なお、本装置の設置前に、予め、施工対象であるディフューザ内部へのアクセスが可能となるようにジェットポンプの構成部品で取り外し可能なヘッドボルト、180度エルボ管、ノズル、パレル、アダプターなどを外しておくことを前提としている。

【0021】

請求項8の発明は、請求項7記載の固定部は、膨張可能な袋状の物体であり、前記伸縮可能な導光管と前記レーザー投射ヘッドの間に取り付けられ、流体を注入することで膨らんでディフューザ内面に当たることで突っ張り前記レーザー投射ヘッドの軸心をディフューザの軸心と合わせる機能を具備していることを特徴とする。

【0022】

請求項9の発明は、請求項7記載の固定部は、リンク機構、パッド、液圧シリンダから構成され、液圧シリンダから構成され、液圧シリンダに圧力をかけ、リ

ンク機構を張り出すことにより、パッドをディフューザ内面に当て突っ張り、前記レーザー投射ヘッドの軸心をディフューザの軸心と合わせる機能を具備していることを特徴とする。

【0023】

請求項10の発明は、請求項1記載のアニュラス用レーザー施工装置は、前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続されディフューザの上端部に着座可能な寸法形状を有する前記水平導光管からのレーザー光を伝送する回転式導光管と、その下端内部には遠隔着脱可能な施工アーム用の接続部と、この接続部に対し炉内遠隔で着脱しディフューザ外面のレーザー照射施工を可能とする施工アームとから構成されることを特徴とする。

【0024】

なお、本装置の設置前に、予め、ディフューザ上端への回転式導光管の設置が可能となるようにジェットポンプの構成部品で取り外し可能なヘッドボルト、180度エルボ管、ノズル、バレル、アダプターなどを外しておくことを前提としている。

【0025】

請求項11の発明は、請求項10記載の回転式導光管は、ライザーブラケットを通過可能な外形を有するパイプで、その構成は、下端にディフューザ上端に着座可能で、軸受けと回転駆動部を有する着座部、その上に中間導光管があり、内部には電動モータ等の駆動部により角度微調整が自在となっている反射ミラーがあり、仕切りの平板ガラスの位置決めピンなどから構成される施工アームとの接続部がある。

【0026】

また、その上は下端部の回転を自在とするための軸受け、Ｏリングからなる回転部、更に最上端には電動モータ等の駆動部により角度微調整が自在となっている反射ミラーと仕切り平板ガラスと水平導光管との接続部からなり、レーザー光を上端接続部から下端接続部まで伝送可能とすることを特徴とする。

【0027】

請求項12の発明は、請求項10記載の施工アームは、レーザー投射ヘッド、伸縮導光管、アーム、接続部から構成されており、更に伸縮導光管は、液圧ピストン、リニアセンサ、中空シリンダ、リングとからなる伸縮自在な導光管を構成し、接続部は請求項10記載の回転式導光管の接続部との取り合いを行う位置決めピン用のピン穴と接続後の固定用の電磁チャックとからなる遠隔着脱可能な着脱機構であることを特徴とする。

【0028】

請求項13の発明は、請求項1記載のアニュラス用レーザー施工装置は、前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続された導光管マストと、液圧ピストン・平行リンク機構とからなるシュラウド中間部胴回り込み機構と、ジェットポンプとシュラウド外壁とに挟まれた空間を通過可能な形状を有した挿入マストとレーザー投射ヘッドとから主に構成されることを特徴とする。

【0029】

請求項14の発明は、請求項13記載のアニュラス用レーザー施工装置は、特にシュラウド中間胴、および下部胴のシュラウド胴外壁の水平溶接部の予防保全・補修を対象とし、前記挿入マストのマスト長さは各々の水平溶接線の高さに合わせ分解・取り替え交換可能とし、かつジェットポンプとシュラウド胴との隙間に合わせ挿入マストがシュラウド胴に沿って通過可能なように挿入マストの厚みを増減していることを特徴とする。

【0030】

請求項15の発明は、請求項13記載のアニュラス用レーザー施工装置に内蔵される導光管は、平板ガラスおよび角度調整用モータ付きの反射ミラーから構成される上端の前記水平導光管との接続部、4つの90度反射ミラー（あるいはプリズム）と最低2つの捻り自由度を有する導光管から構成されかつ前記平行リンク機構に沿って光路オフセットが任意に可能な自在継ぎ手部、前記挿入マストに固縛・内蔵されかつ挿入マストの厚み変化に合わせそのレーザー光軸中心が挿入マストの厚みの中心となるように板ガラスにより偏光修正された複数の径の導光管から

構成された挿入マスト内蔵用導光管群、とから構成されることを特徴とする。

【0031】

請求項16の発明は、請求項1記載のアニュラス用レーザー施工装置は、前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続され伸縮自在な多段式の導光管マストとその先端は2つ以上の複数の垂直多関節部を有する導光管とレーザー投射ヘッドから構成されることを特徴とする。

【0032】

請求項17の発明は、請求項16記載の垂直多関節部の各垂直振り関節は、2つの90度反射ミラー（あるいは2つの直角プリズム）と1つの捻り自由度の関節軸から構成され、その関節部内部をレーザー光が屈曲、通過可能としたことを特徴とする。

【0033】

請求項18の発明は、請求項1記載のアニュラス用レーザー施工装置は、前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続され伸縮自在な多段式の導光管マストと、その先端は複数の水平多関節部を有する導光管と、レーザー投射ヘッドから構成されることを特徴とする。

【0034】

請求項19の発明は、請求項18記載の水平多関節部の各水平関節は、2つの90度反射ミラー（あるいは2つのプリズム）、中空モータ、軸受け等から構成され、その関節駆動部内部をレーザー光が通過可能とした導光管内蔵の水平関節モジュールで、この同形のモジュールを複数台組み合わせることで多自由度の水平多関節構成することを特徴とする。

【0035】

請求項20の発明は、請求項1記載のアニュラス用レーザー施工装置は、前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続され伸縮自在な多段式の導光管マストと、かつその導光管マストの下端にはライザーブレースアームとライザー管との溶接部位のレー

ザー光投射による予防保全・補修が可能なレーザー走査機構とから構成されることを特徴とする。

【0036】

なお、本装置の設置前に、予め、ディフューザ上端への回転式導光管の設置が可能となるようにジェットポンプの構成部品で取り外し可能なヘッドボルト、180度エルボ管、ノズル、バレル、アダプターなどを外しておくことを前提としている。

【0037】

請求項21の発明は、請求項20記載の多段式の導光管マストとレーザー走査機構間のレーザー光は一度水中を介して伝送されていることを特徴とする。すなわち、多段式の導光管マストの下端部には、反射ミラーがありレーザー光は水平、炉の半径方向に曲げられ平板ガラスを介して水中に伝送する。

【0038】

その投射方向は遠隔で反射ミラー傾きを変えることにより180度左右正反対（炉心方向と炉壁方向）に変更可能であり、前記水中に一度されたレーザー光は、レーザー走査機構の入射口に入射され、その入射口を含むレーザー投射ヘッドは遠隔で上下、左右の2自由度に平行移動可能なキャリッジ上にある。

【0039】

前記レーザー投射ヘッドは、遠隔で入射口の光軸中心廻りに水平方向に90回転可能で、このキャリッジのベースは前記多段式の導光管マストの上端の固定部に結合され、前記レーザー投射ヘッドは、その入射口は遠隔で反射ミラー傾きを変えることにより180度左右正反対（炉心方向と炉壁方向）に変更可能となっている。

【0040】

90度レーザー光を水平に曲げ、レーザー光をレーザー投射ヘッド先端に送り、そのヘッド中央部は、リニアガイド、ボールネジ、サーボモータ等から構成される遠隔電動での伸縮走査駆動が可能な伸縮導光管をなし、その末端には集光レンズ、90度反射ミラーがある。前記反射ミラーがサーボモータ等に遠隔電動で90度走査回転可能に取り付けられ、2つの走査機構によりライザーブレースアームと

ライザー管との溶接部全周を走査可能としたことを特徴とする。なお、レーザー投射ヘッドの近辺には、適度に離れた位置に複数の小型マイクロフォンと、施工面ごみ除去装置を取り付ける。

【0041】

請求項22の発明は、請求項1記載のアニュラス用レーザー施工装置は、前記旋回台車に内蔵された水平導光管と遠隔着脱可能な接続機構と、この接続機構をベースとして鉛直下方に接続され前記水平導光管からのレーザー光を伝送しライザー管上端の2つのノズル穴のうちの1つに挿入可能な寸法形状を有する多段伸縮式導光管と、その先端に配置されライザー管内部の各溶接線まわりの予防保全施工、あるいは補修施工等をレーザー照射により行うレーザー投射ヘッドとライザー管内部においてレーザー投射ヘッドをライザー管の任意の高さの位置において軸中心に固定可能とする固定部から構成されることを特徴とする。

【0042】

なお、本装置の設置前に、予め、施工対象であるディフューザ内部へのアクセスが可能となるようにジェットポンプの構成部品で取り外し可能なヘッドボルト、180度エルボ管、ノズル、バレル、アダプターなどを外しておくことを前提としている。

【0043】

請求項23の発明は、請求項22記載のライザー管の任意の高さの位置において軸中心に固定可能とする固定部は、請求項8に記載の固定部と同じ構成（膨張可能な袋状の物体であり、請求項22記載の多段式導光管とレーザー投射ヘッドの間に取り付けられ、流体を注入することで膨らみ、前記レーザー投射ヘッドの軸心をライザー管の軸心と合わせる機能を具備している）であることを特徴とする。

【0044】

請求項24の発明は、請求項22記載のライザー管の任意の高さの位置において軸中心に固定可能とする固定部は、請求項9に記載の固定部と同じ構成（リンク機構、パッド、液圧シリンダから構成され、液圧シリンダに圧力をかけ、リンク機構を張り出すことにより、パッドをライザー管内面に当て突っ張り、前記レーザー投射ヘッドの軸心をライザー管の軸心と合わせる機能を具備している）である

ことを特徴とする。

【0045】

請求項25の発明は、請求項7、12、13、16、18、22記載のレーザー投射ヘッドは、主に集光レンズユニット、スキャン用反射ミラー（もしくはプリズム）、水平スキャン機構、揺動スキャン機構、ステップ直動機構、焦点距離調整機構、施工面ごみ除去装置、1つあるいは複数の小型マイクロフォン、ハーフミラーとレトロリフレクタ、監視用カメラから構成されることを特徴とする。

【0046】

レーザー投射ヘッドの光学系は、ヘッドの接続した導光管からのレーザー光は、蛇腹管を通過して、まずハーフミラーに入る。ここで、レトロリフレクタ側と集光レンズ側とに分光され、レトロリフレクタ側のレーザー光は偏光フィルタで偏光された後、再びハーフミラーに戻りレーザー発振器側に帰り、集光レンズ側のレーザー光は、蛇腹管、集光レンズを通過後、仕切りの平板ガラスを通過して水中に入り、更にスキャン用反射ミラーで反射し、施工対象物に向け投射されるように構成されている。

【0047】

レーザー投射ヘッドの光学系駆動機構は、ヘッドの光学系全体が上下にステップ移動可能なようにリニアガイド、ボールネジ、ギヤ、回転アクチュエータなどから構成される前記ステップ直動機構と、焦点距離が遠隔で増減調整可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータなどから構成される焦点距離調整機構付き集光レンズユニットと、反射ミラーがレーザー入射光の光軸廻りに揺動回転可能なように軸受け、ギヤ、回転アクチュエータなどから構成される揺動スキャン機構、更に集光レンズユニットと揺動スキャン機構全体が左右にステップ移動可能なように構成されるリニアガイド、ボールネジ、ギヤ、回転アクチュエータなどから構成される水平スキャン機構とを具備していることを特徴とする。

【0048】

請求項26の発明は、請求項7、12、13、16、18、21、22記載のレーザー投射ヘッドは、主に集光レンズユニット、スキャン用反射ミラー（もしくはプリズム）、揺動スキャン機構、伸縮導光管機構、焦点距離調整機構、施工面ごみ除去装置

、1つあるいは複数の小型マイクロフォン、監視用カメラから構成される。

【0049】

レーザー投射ヘッドの光学系は、レーザー投射ヘッドを接続した導光管からのレーザー光は、まず最初に2枚の平板ガラスで仕切られた中空ピストン状の伸縮導光管機構を通過して、集光レンズユニットに入り、仕切りの平板ガラスを通過して水中に入り、更にスキャン用反射ミラーで反射し、施工対象物に向け投射されるように構成されている。

【0050】

レーザー投射ヘッドの光学系駆動機構は、ヘッドの光学系全体が上下にステップ伸縮可能なように2枚の平板ガラス、リニアポジションセンサ、Ｏリング、ピストン機構、復帰バネ、空圧チューブなどから構成される前記伸縮導光管機構と、焦点距離が増減調整可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータなどから構成される焦点距離調整機構付き集光レンズユニットと、反射ミラーがレーザー入射光の光軸と直角でかつミラー面を含む軸方向に揺動回転走査可能なように軸受け、回転アクチュエータ、角度検出センサなどから構成される揺動スキャン機構とを具備したことを特徴とする。

【0051】

請求項27の発明は、請求項7、12、13、16、18、21、22記載のレーザー投射ヘッドは、主に集光レンズユニット、集光レンズ回転機構、スキャン用反射ミラー（もしくはプリズム）、伸縮導光管機構、焦点距離調整機構、揺動スキャン機構、施工面ごみ除去装置、1つあるいは複数の小型マイクロフォン、監視用カメラから構成されることを特徴とする。レーザー投射ヘッドの光学系の構成は、ヘッドの接続した導光管からのレーザー光は、まず最初に2枚の平板ガラスに仕切られた中空ピストン状の伸縮導光管機構を通過して、焦点位置が横に偏光するように集光レンズの光軸を入光軸に対しわざとずらして整形、組立てられた集光レンズユニットに入り、仕切りの平板ガラスを通過して水中に入り、更にスキャン用反射ミラーで反射し、施工対象物に向け投射される。

【0052】

また、その駆動機構は、ヘッドの光学系全体が上下にステップ伸縮可能なよう

に2つの平板ガラス、リニアポジションセンサ、Ｏリング、ピストン機構、復帰バネ、空圧チューブなどから構成される前記伸縮導光管機構と、焦点距離が遠隔で増減調整可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータなどから構成される焦点距離調整機構付き集光レンズユニットと、前記集光レンズユニット全体がレーザー光軸廻りに回転可能とするギヤ、ネジ、回転アクチュエータなどから構成される集光レンズ回転機構と、反射ミラーが前記集光レンズ回転機構の回転軸と同軸廻りに回転走査可能とする回転軸、回転アクチュエータなどから構成される揺動スキャン機構とを具備したことを特徴とする。

【0053】

請求項28の発明は、請求項7、12、13、16、19、22記載のレーザー投射ヘッドは、主に集光レンズユニット、焦点距離調整機構、スキャン用反射ミラー、スキャン機構、施工面ごみ除去装置、1つあるいは複数の小型マイクロフォン、監視用カメラとから構成されるスキャンモジュールと、1モジュールに中継ミラー機構（もしくは中継プリズム機構）と伸縮機構と曲げ機構の2自由度を有する関節モジュールが2つ以上から構成されることを特徴とする。

【0054】

請求項29の発明は、請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置の制御盤は、請求項1記載のアニュラス用レーザー施工装置を制御するセンサから得られる信号の信号処理回路、各駆動部のアクチュエータの制御ドライバー、全体を統括する計算機、システム状態の表示装置、操作の入力装置、レーザー発振器への動作指令や状態信号の入出力回路、レーザー投射ヘッドからのマイクロフォンの音響信号分析ユニットから構成され、特にこのうちの音響信号分析ユニットが、請求項21、26、27、28、29記載のアニュラス用レーザー施工装置の先端部に設置された1つあるいは複数のマイクロフォンからの音響信号を処理する入力回路、増幅アンプ、周波数フィルタなどからなる信号前処理回路、A/D変換回路、施工時の施工ポイントの位置計測や施工状態量や施工異常の判定などを演算処理するプログラム計算処理回路から構成されたことを特徴とする。

【0055】

請求項30の発明は、前記請求項29記載の音響信号分析ユニットの動作原理は、

レーザー施工時に施工面で発生する音を分析する手法を示したものである。施工ポイントの位置計測は、複数のマイクロフォンからの音の伝播時間を計測し、3点測量の原理で音発生位置を3次元計測する。

【0056】

例えば、パルス状に光強度が変化させ、周期的、短時間、高出力のレーザーを発振させ、施工対象に焦点を絞る場合において、各パルス光到達時にレーザー光の集光点から衝撃圧力波が発生し、この衝撃音を複数のマイクロフォンで同時計測し、集光点から各マイクロフォンまでに衝撃音が伝播するまでの時間を前記請求項29記載のプログラム計算処理回路で演算算出し、更に3点測量法の原理を用いて衝撃音発生位置を同定するものである。

【0057】

施工状態量の計測は、前記衝撃音のピークレベルとピーク音の周波数分布からレーザー光のエネルギーレベル、入光状態を定量的に分析、計測するものであり、これは単数のマイクロフォンの信号からでも計測分析が可能である。

【0058】

また、施工異常診断は、レーザー光が施工対象（金属表面）の手前で集光し、エネルギーが具合よく吸収されない場合や、レーザー光の光路上にごみなどの浮遊物が存在して集光点手前でエネルギーが減衰する場合は、ピーク音の手前でノイズが発生する現象を利用した手法であり、これも単数のマイクロフォン信号から計測分析が可能である。

【0059】

これらの施工音分析データを基にレーザー焦点位置の調整やレーザー光の発振器制御へのフィードバック制御や、異常時の対応などのインターロック制御を行うことを特徴とする。

【0060】

請求項31の発明は、請求項21、26、27、28、29記載の施工面ごみ除去装置は、レーザー照射ヘッド付近に取り付けた水ジェットノズルと、このノズルから加圧給水ユニットまでをつなぐ接続ホースと、加圧給水ユニット、フィルタから構成され、請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置の作業中その作業部

位もしくはその作業部位付近に適度な水流を発生させることを特徴とする。

【0061】

請求項32の発明は、請求項21, 26, 27, 28, 29記載の施工面ごみ除去装置は、レーザー照射ヘッド付近に取り付けた吸い込みノズルと、このノズルから吸い込みポンプユニットまでをつなぐ接続ホースと、吸い込みポンプユニット、フィルタから構成され、請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置の作業中その作業部位もしくはその作業部位付近の水を適度な推量で吸い込み、水流を発生させることを特徴とする。

【0062】

請求項33の発明は、請求項21, 26, 27, 28, 29記載の施工面ごみ除去装置は、レーザー照射ヘッド付近に取り付けた、水ジェットノズルと吸い込みノズルと、これらのノズルから加圧給水ユニットまでをつなぐ接続ホースと、加圧給水ユニット、吸い込みポンプユニット、フィルタから構成され、請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置の作業中その作業部位もしくはその作業部位付近の水を適度な推量で吸い込み、かつ、きれいな水を吹き付け、水流を発生させることを特徴とする。

【0063】

請求項34の発明は、請求項31記載の施工面ごみ除去装置において、接続ホース、加圧給水ユニットの代わりに、レーザー照射ヘッド付近にモータ、スクリュウ、フィルタからなる水流発生装置を内蔵することにより、請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置の作業中その作業部位もしくはその作業部位付近に適度な水流を発生させることを特徴とする。

【0064】

請求項35の発明は、請求項32記載の施工面ごみ除去装置において、接続ホース、吸い込みポンプの代わりに、レーザー照射ヘッド付近にモータ、スクリュウからなる水流発生装置を内蔵することにより、請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置の作業中その作業部位もしくはその作業部位付近に適度な水流を発生させることを特徴とする。

【0065】

請求項36の発明は、請求項33記載の施工面ごみ除去装置において、接続ホース、加圧給水ユニット、吸い込みポンプユニットの代わりに、レーザー照射ヘッド付近にモータ、スクリュウ、フィルタからなる水流発生装置を内蔵することにより、請求項1記載の原子炉内構造物の予防保全・補修装置の作業中その作業部位もしくはその作業部位付近に適度な水流を発生させることを特徴とする。

【0066】

請求項37の発明は、請求項1記載のアニュラス用レーザー施工装置において、装置の先端付近にスクリュウとモータから構成される水中プロペラを備え、この水中プロペラの推進力により装置にかかる外力（水の流れや請求項31から38記載の施工面ごみ除去装置の反力など）を押え、レーザー投射ヘッドを施工場所において静定させる力を得ることを特徴とする。

【0067】

請求項38の発明は、請求項7、12、13、16、18、21、22記載のレーザー投射ヘッドにジャイロモータを搭載し、これによりヘッド先端の制振効果を得ることを特徴とする。

【0068】

請求項39の発明は、請求項1記載のレーザー発振器を耐水圧容器に入れ、請求項1記載の旋回台車上に仮設し、請求項1記載のレーザー発振器から旋回台車までの導光管と支柱を不要とし、前記レーザー発振器の投射口とすることを特徴とする。

【0069】

請求項40の発明は、請求項39のレーザー発振器は、炉内遠隔で旋回台車へ設置、組立て、あるいは分離ができるように位置決めピン、ロック機構を有し、かつレーザー発振器と旋回台車間の導光管は一度平板ガラスによって各々仕切られていることを特徴とする。

【0070】

請求項41の発明は、請求項5記載の旋回台車はそのベース板を中間を空洞とする門型とし、その空間部の上に、内部に電動式反射ミラーを有し、2つの平板ガ

ラスで仕切られた閉空間を構成するシュラウド内施工用中継ボックスをアニュラス用レーザー施工装置と同様の取り付けを用いて前記旋回台車上へ設置することにより、シュラウド胴の内部から構造物溶接部の予防保全・補修作業をレーザー光で実施することが可能な各種作業装置へレーザー光を伝送することができるようにすることを特徴とする。

【0071】

請求項1の発明によれば、原子炉プールの上方またはオペレーションフロア上に設置されたレーザー発振器から発射したレーザー光を導光管を通して炉心中心に設けた多段式組立て式の導光管マストを通し、炉心の真下へ空間伝送する。その後、シュラウド胴上の旋回、スライド機構内に設けた導光管により横方向に送り、更にアニュラス用レーザー施工装置によりシュラウド胴外周で更に原子炉圧力容器とシュラウド胴との間に形成されるアニュラス部内の施工対象物に照射する。これにより、効率よくレーザー光を原子炉プール上方またはオペレーションフロア上から炉内アニュラス部内部の施工対象域まで送ることができる。

【0072】

各構成要素の導光管は端面をガラスで仕切られ独立しており、任意に分割、遠隔着脱が可能な構成となっているので、施工対象毎に特化した各種アニュラス用レーザー施工装置を簡単に炉内で交換可能である。

【0073】

請求項2の発明によれば、各要素毎の導光管内部を水中においても気中に保つことができる。また、水ノズルから清浄な水を常に吹き付けることで、各導光管を接続、組立て後、その仕切り板ガラスの隙間に残留する水にごみの混入や、ガラス面への気泡の発生を防ぐことが可能である。

【0074】

請求項3の発明によれば、各導光管内部の空気（あるいはガス）を乾き空気に置換することができ、水中においての導光管内部のミラー、ガラスへの露結発生を防止できる。

【0075】

請求項4の発明によれば、請求項1記載の多段式組立て式導光管マストをボル

ト、ナットで締結するだけで、簡単に各マストを分解、組立てすることが可能で、かつ、導光管内部を気密に保つことが可能である。

【0076】

請求項5の発明によれば、請求項1記載の旋回台車を上部格子板の炉心中央の格子にクランプ機構で突っ張り固定し、ここを炉心を旋回中心に旋回台車を旋回することができ、その内部の水平導光管をシュラウド胴外周の任意の方位に位置決めでき、かつ、スライド機構により旋回台車に結合するアニュラス用レーザー施工装置を半径方向にスライド位置調整することが可能である。

【0077】

請求項6の発明によれば、オペフロ上のシステムはすべて支柱と共にプール上を横行可能となり、炉心上への移動、設置作業が容易になり、また、多段式組立て式導光管マストの位置合わせが横行機構と伸縮機構により実現することが可能である。

【0078】

請求項7の発明によれば、レーザー光をジェットポンプ下部のディフューザ内部に効果的に伝送することが実現でき、内部からの縦、横溶接部のレーザー光による予防保全・補修作業が実現可能である。

【0079】

請求項8の発明によれば、膨張可能な袋状の物体に流体を注入することで、前述の請求項7のレーザー投射ヘッドをディフューザの中心に任意に位置決めできる。

【0080】

請求項9の発明によれば、リンクを張り出し、パッドをディフューザ内面に押し付けることで、前述の請求項7のレーザー投射ヘッドをディフューザの中心に任意に位置決めできる。

【0081】

請求項10の発明によれば、アニュラス用レーザー施工装置を回転式導光管と施工アームの2つの要素に分解することで、ディフューザ外面の施工を実現するものである。

【0082】

すなわち、まず、ジェットポンプの構成部品の一部である、ヘッドボルト、ノズル、バレル、アダプターなどディフューザから上方の施工上の障害となる部品を外した上で回転式導光管を設置し、この回転式導光管により、レーザー光をディフューザ上端まで伝送し、更に、施工アームでディフューザ外周の下部溶接部位を全周実現することができる。これには、回転式導光管を施工アームと同時にディフューザ中心軸廻りに回る自由度と、施工アームの上下の伸縮自由度によって実現できる。

【0083】

請求項11の発明によれば、回転式導光管は、施工アームと遠隔分離可能とすることで、その外観を円柱状とすることができ、ライザーブラケットの穴を容易に通過させることが可能で、ディフューザ上端へ燃料交換機の補助ホイスなどで吊り降ろすだけで設置作業が完了し、オペフロからのレーザー光を旋回台車の水平導光管を介して中継することができ、更に次の施工アームへ光を送ることができる。設置位置決め精度は多少誤差等があっても、回転式導光管内部の電動反射ミラーの角度補正機能により、支障なく伝送することが実現できる。

【0084】

請求項12の発明によれば、施工アームは、前記回転式導光管を炉内ディフューザ上端に設置した後で、遠隔着脱させることが可能で、この着脱部は、ライザーブラケットより下の部分とすることで、回転式導光管と接続後、回転式導光管の回転自由度により施工アームをディフューザ廻りに回すことができる。また、施工アームの伸縮機構によりディフューザ下端の上下に高さの異なる幾つかの周廻りの溶接線に位置合わせすることが可能となる。

【0085】

請求項13の発明によれば、アニユラス用レーザー施工装置の全体外見を偏平長尺形状とすることで、炉内アニユラス部への挿入は、給水スパージャー、シュラウド胴、シュラウドヘッドボルトブラケット、およびジェットポンプライザーなどの炉内構造物に障害物が存在せず、炉上から直接バップルプレートまでを見通すことができる横百数十mm、縦数十mmほどのジェットポンプ間の偏平な見通し空

間を利用して垂直に吊り降ろして行い、挿入後、上端を旋回台車の接続機構と接続し、炉内に設置、固定することができる。

【0086】

この後、更に、平行リンク機構を動作させ、挿入マストをシュラウド中間部胴外壁へ接近させる。この姿勢で、平行リンク機構はシュラウド上部胴下部とジェットポンプの頭との挟まれた間隙にあり、かつ挿入マストは、ジェットポンプとシュラウド中間胴との隙間を通過できる外形寸法構成とする。

【0087】

旋回台車の旋回動作により、アニュラス部レーザー施工装置を上げ下げすることなしに、シュラウド胴外周に沿って半周分は移動することが可能となり、シュラウド胴外周の水平溶接部の連続した予防保全・補修施工が実現できる。

【0088】

請求項14の発明によれば、シュラウド中間胴の中央に存在する水平溶接線とシュラウド中間胴と下部胴との接合部の水平溶接線の2通りについて、それぞれ長さ、形状が異なる挿入マストを用意、交換取り付け可能とすることにより、昇降機構などを不要とし、ジェットポンプとシュラウド胴との間隙において特に狭隘なところである、ライザーブレースアームとシュラウド中間胴との隙間と、ライザーブラケットとシュラウド中間胴との隙間が通過可能な偏平挿入マストが実現できる。

【0089】

請求項15の発明によれば、請求項13記載のアニュラス用レーザー施工装置に導光管を内蔵することが可能となり、レーザー光は、リンク機構の姿勢に関わらず、4つの90度反射ミラーによりリンク機構の動きに合わせて光路姿勢を変更可能となり、また、挿入マスト内においては、平板ガラスにより光軸を平行に曲げ、挿入マストの厚み変化に合わせることが可能で挿入マスト先端部のレーザー投射ヘッドまでレーザー光を伝送することが実現できる。

【0090】

請求項16の発明によれば、多段式の導光管マストを伸び縮みさせることでジェットポンプを越えてアニュラス部を移動することが可能となり、かつ、多段式の

導光管マストを伸ばしながら、同時にマスト先端の垂直多関節部を曲げ、ジェットポンプを回り込み、アニュラス内の各溶接構造物へレーザー投射ヘッドを接近させることができる。

【0091】

請求項17の発明によれば、各垂直関節部でのレーザー光の曲げを、2つの90度反射ミラー（あるいはプリズム）と捻り自由度を持つ導光管で実現でき、反射ミラー（あるいはプリズム）の角度としては固定の構成でレーザー光路を垂直に振ることができる。

【0092】

請求項18の発明によれば、多段式の導光管マストを伸び縮みさせることでジェットポンプを越えてアニュラス部を移動することが可能となり、かつ、施工対象物の方位に旋回台車を旋回角度を位置決め後、水平多関節の各関節を最大限に曲げ、全体の姿勢を縮めた状態で多段式の導光管マストを伸ばし、ジェットポンプ間の隙間を降下させ、アニュラス部内部では、ジェットポンプのライザー管やディフューザを水平多関節を駆動させ、これらの管を回り込み、対象箇所へレーザー投射ヘッドを接近させることができる。

【0093】

請求項19の発明によれば、前記水平多関節内部にレーザー光の光路を設けることが可能となると同時に各関節部をモジュール化したため自由度構成の変更や追加、置換が実現できる。

【0094】

請求項20の発明によれば、まず、ジェットポンプの構成部品の一部であるヘッドボルト、ノズル、バレル、アダプターなどディフューザから上方の施工上の障害となる部品を外した上で、伸縮自在な多段式導光管マストを伸ばしてライザー管とライザーブレースアームとの溶接部へこの溶接部をレーザー施工するのに最適な機構構成としたレーザー走査機構を接近、位置決め、施工できる。

【0095】

請求項21の発明によれば、請求項20の多段式導光管マストとその先のレーザー走査機構間を一度切り、レーザー光を水中に飛ばすことにより、レーザー走査機

構と多段式導光管マストとの位置関係を変更可能とすることを実現し、具体的には、導光管マスト末端で反射ミラー傾きを変えることにより90度曲げの曲げ方向を180度変更し、これに合わせてレーザー走査機構の受け側の入射口位置をキャリッジの上下、左右の動作により変える。レーザー走査機構に入射したレーザー光は、更にレーザー投射ヘッドに導かれ、ライザーブレースアームとライザー管との溶接部に投射させる。溶接部に沿ってのヘッドの位置決めは、多段式導光管マストの昇降と、キャリッジ上のレーザー走査機構の左右の移動で行う。レーザー光の走査動作は、レーザー投射ヘッドの伸縮走査機構と反射ミラーの回転走査機構とで実現できる。

【0096】

請求項22の発明によれば、アニュラス用レーザー施工装置をライザー管上端のノズル穴から挿入し、ライザー管内部の溶接部施工を行うことができる。

請求項23の発明によれば、膨張可能な袋状の物体に流体を注入することで、請求項22のレーザー投射ヘッドをライザー管の中心に任意に位置決めできる。

【0097】

請求項24の発明によれば、リンクを張り出し、パッドをライザー管内面に押し付けることで、請求項7のレーザー投射ヘッドをライザー管の中心に任意に位置決めできる。

【0098】

請求項25の発明によれば、レーザー光は、揺動スキャン機構の反射ミラー揺動により、水平方向に1スキャンされる。この動作と、ステップ直動機構によるヘッド光学系全体の上下ステップ移動とを組み合わせ、施工対象の溶接線溶金近傍において一定の区域をパルスレーザー光、あるいは連続レーザー光で照射し、応力改善、材料改質などの予防保全や、レーザー溶接などの補修を実施することができる。レーザー光のフォーカスは、焦点距離調整機構で行うこともできる。

【0099】

レトロリフレクタを搭載することで、振動などの外乱等によって導光管が振動し光軸が動いても、現在の光軸位置と、目標とする光軸位置との位置ずれ情報をレトロリフレクタにより、レーザー発信器側にリアルタイムで戻すことができ、

この情報から自動アライメント装置の制御機能により、レーザー投射ヘッドより上流側にある幾つかの可動式反射ミラーの角度を微動調整し光軸を自動補正し、常にレーザー光光軸ずれを一定の範囲内に静定させ、集光レンズにレーザー光を到達させることができる。

【0100】

施工中、施工前後の状態の監視は、監視用カメラと、1つあるいは複数の小型マイクロフォンの音情報の分析から行うことができる。施工面ごみ除去装置を搭載することによりレーザー光の光路上にごみ等が混入することで施工時の障害とならないようにすることができる。

【0101】

請求項26の発明によれば、レーザー光は、揺動スキャン機構の反射ミラー傾きを揺動させ、垂直方向にスキャンされる。この動作と、水平スキャン機構による反射ミラーの回転とを組み合わせ、施工対象の溶接線溶金近傍において一定の区域をパルスレーザー光、あるいは連続レーザー光で照射し、応力改善、材料改質などの予防保全や、レーザー溶接などの補修を実施することができる。

【0102】

レーザー光のフォーカスは、焦点距離調整機構で行うことができる。施工位置の修正、移動は、伸縮導光管機構により行う。レトロリフレクタを搭載することで、振動などの外乱等によって導光管が振動し光軸が動いても、現在の光軸位置と、目標とする光軸位置との位置ずれ情報をレトロリフレクタにより、レーザー発信器側にリアルタイムで戻すことができる。

【0103】

この情報から自動アライメント装置の制御機能により、レーザー投射ヘッドより上流側にある幾つかの可動式反射ミラーの角度を微動調整し光軸を自動補正し、常にレーザー光光軸ずれを一定の範囲内に静定させ、集光レンズにレーザー光を到達させることができる。

【0104】

施工中、施工前後の状態の監視は、監視用カメラと、1つあるいは複数の小型マイクロフォンの音情報の分析から行うことができる。施工面ごみ除去装置を搭

載することによりレーザー光の光路上にごみ等が混入することで施工時の障害とならないようにすることができる。

【0105】

請求項27の発明によれば、集光レンズの中心軸が集光レンズ回転軸に対し偏芯しているため、焦点が集光レンズの回転軸に対し横にずれたところに合い、集光レンズを回転させると焦点が回転軸廻りに回ることを利用し、円形のスキャンを実現することができ、これを更に反射ミラーで曲げ、反射ミラーを揺動することで円スキャンを水平に振り、螺旋状の2次元スキャンを行うことができる。

【0106】

請求項28の発明によれば、伸縮と曲げの2自由度を1ユニットに有する多関節機構により伸縮ができる指のような作用を有する走査機構を提供でき、円筒形状の溶接部などをレーザースキャン可能となる。また、本発明では、レーザー光の伝達を各関節に備えた中継ミラー機構により各関節の動きに自動追従してレーザー光を最先端部のスキャンモジュールにレーザー光を送り、スキャンモジュールにより1自由度のレーザー走査を行う。なお、スキャンモジュールでは焦点調整も行う。

【0107】

請求項29の発明によれば、アニュラス用レーザー施工装置の先端に設置された1つあるいは複数の小型マイクロフォンからの音響信号を入力回路で受け、信号前処理回路において増幅アンプで適度に増幅したり、周波数フィルタで不要な周波数成分を取り除く等の音響信号の前処理を行い、A/D変換回路でアナログ信号をデジタル信号へ変換後、演算処理回路で信号解析を行う。

【0108】

これにより、施工時の施工ポイントの位置計測や施工状態量の判定を音響信号分析ユニットで行い、計算機によりこれを基に次の制御量を計算し、制御ドライバーで各機構のアクチュエータを制御し、表示装置と入力装置によりシステムの運転を行うことができる。

【0109】

請求項30の発明によれば、前記請求項29の音響信号分析ユニットの信号解析の

原理、手法を明確にすることができる。すなわち、レーザー光をパルス状に発生し短時間に高出力のレーザー光を金属面に当てると表面にプラズマが発生し、同時に衝撃音が発生する。この衝撃音を分析することで各種施工状態データを得ることができる。

【0110】

1つに施工位置は、衝撃音発生点から各マイクロフォンまでの衝撃音の伝達時間を計測し、3点測量法の原理で算出することができる。また、入光レーザーの出力は衝撃音のピークレベルやピーク音の周波数分布と相関性があり、この相関を分析することにより、レーザー出力を推定することができる。

【0111】

焦点位置が金属表面より手前になったり、金属表面より奥になったり、焦点手前にごみ等があったりすると、レーザー光が正確に入光せず、正常な施工が得られずに明確な衝撃音のピーク波形が出なくなったり、ピーク音手前でノイズ音が発生したりすることが判っている。これを波形分析し、施工異常の判断を行うことができる。

【0112】

請求項31の発明によれば、レーザー施工中に施工点とレーザー投射ヘッドとの間を水ジェットノズルで吹き付け、常にきれいな水で置換することにより、施工中に発生する金属粉や水中に浮遊するごみなどが、レーザー施工中に施工点とレーザー投射ヘッドとの間に進入し光路を妨害することを防ぐことができる。

【0113】

請求項32の発明によれば、レーザー施工中に施工点とレーザー投射ヘッドとの間を吸い込みノズルで吸い上げ、施工中に発生する金属粉や水中に浮遊するごみなどを除去し、レーザー施工中に施工点とレーザー投射ヘッドとの間に進入し光路を妨害することを防ぐことができる。

【0114】

請求項33の発明によれば、レーザー施工中に施工点とレーザー投射ヘッドとの間を水ジェットノズルにより常にきれいな水で吹き付け、かつ、吸い込みノズルで施工中に発生する金属粉や水中に浮遊するごみなどを吸い上げ、除去すること

により、施工中に発生する金属粉や水中に浮遊するごみなどが、レーザー施工中に施工点とレーザー投射ヘッドとの間に進入し光路を妨害することを防ぐことができる。

【0115】

請求項34の発明によれば、請求項31記載の水ジェット流をレーザー投射ヘッド付近に搭載したモータ付きスクリュウにより発生させることができ、前記ヘッドからオペレーションフロアまでの接続ホースをつけることなく、レーザー施工中に施工点とレーザー投射ヘッドとの間を水ジェットノズルで吹き付け、常にきれいな水で置換し、施工中に発生する金属粉や水中に浮遊するごみなどが、レーザー施工中に施工点とレーザー投射ヘッドとの間に進入し光路を妨害することを防ぐことができる。

【0116】

請求項35の発明によれば、請求項32記載の水吸い込み力をレーザー投射ヘッド付近に搭載したモータ付きスクリュウにより発生させることができ、前記ヘッドからオペレーションフロアまでの接続ホースを設けることなく、レーザー施工中に施工点とレーザー投射ヘッドとの間を吸い込みノズルで吸い上げ、施工中に発生する金属粉や水中に浮遊するごみなどを除去し、レーザー施工中に施工点とレーザー投射ヘッドとの間に進入し光路を妨害することを防ぐことができる。

【0117】

請求項36の発明によれば、請求項33記載の水流をレーザー投射ヘッド付近に搭載したモータ付きスクリュウにより発生させることができ、前記ヘッドからオペレーションフロアまでの接続ホースをつけることなく、レーザー施工中に施工点とレーザー投射ヘッドとの間を水ジェットノズルで吹き付け、吸い込みノズルで吸い上げ、施工中に発生する金属粉や水中に浮遊するごみなどを除去し、レーザー施工中に施工点とレーザー投射ヘッドとの間に進入し光路を妨害することを防ぐことができる。

【0118】

請求項37の発明によれば、水中プロペラが発生する推力により、アニュラス用レーザー施工装置を施工場所において、施工面に押し付け、レーザー投射ヘッド

を静定させることができる。

【0119】

請求項38の発明によれば、ジャイロモータの抗力により、レーザー投射ヘッド先端の制振効果を得ることができる。

請求項39の発明によれば、レーザー発信器を炉内に設置することによりオペレーションフロア上から旋回台車までの導光管や支柱などの構成要素を不要とし、システムをコンパクトにすることができる。

【0120】

請求項40の発明によれば、旋回台車を炉内に残したままレーザー発信器のみを炉外へ回収することが可能となり、万が一、レーザー発信器のメンテナンスなどの理由により施工中に調整が必要となった場合、用意にレーザー発信器のみオペレーションフロア上に引上げ、直接保守することが可能であり、作業効率の低下を削減することができる。

【0121】

請求項41の発明によれば、シュラウド胴の内部、炉心部、または炉下部へのレーザー施工において、本発明のシステムのレーザー伝送機能を利用してシュラウド胴上部まではレーザー光の伝送を実現することができ、アニュラス部とシュラウド内のどちらでも共通して使用可能な予防保全・補修システムを構築することができる。

【0122】

【発明の実施の形態】

本発明に係る原子炉内構造物の予防保全・補修装置の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本発明の請求項1に対応する実施の形態を説明するための全体構成について、特に、オペレーションフロア1から原子炉圧力容器2内に設置されている炉心シュラウド胴6上部までを中心に示している。オペレーションフロア1上に、自動アライメント装置やポジションセンサ（PSD）などを含むレーザー発振器70、電源装置71および制御装置72を設置する。レーザー発振器70に導光管25を接続し、導光管25に第1の反射ミラーボックスとして移動式反射ミラーボック

ス24を接続する。

【0123】

レーザー発振器70からのレーザー光は原子炉压力容器2内の炉心中心に向かって水平に発振されるように位置決め、調整を行い、導光管25で光が漏れないように外部と遮断する。導光管25の荷重を支える支柱20は原子炉プール7を跨ぐように原子炉プール7上に設置する。

【0124】

支柱20の中央には、前記移動式反射ミラーボックス24が搭載され、この移動式反射ミラーボックス24はその下部に車輪58が設けられてレール23上に載っており、任意に移動自在で位置調整が可能とし、前記導光管25の後端部を接続する。

【0125】

移動式反射ミラーボックス24には、遠隔での角度の自動調整が可能な自動アライメント機能付きの90度反射ミラー（図示せず）が内蔵されており、レーザー発振器70から導光管25を通るレーザー光を直角に曲げ、炉心に向かって真下へレーザー光を下降させる構成になっている。

【0126】

このレーザー光を原子炉プール7内のプール水から保護し、気中伝送を実現するため、この移動式反射ミラーボックス24の下面に1本の長さ約4 mがあり4本で総長約16m、末端が平板ガラス55（図4を参照）で閉じられている多段組立て式の導光管マスト26を垂れ下げて設ける。導光管マスト26の下端部は旋回台車27上に設けた旋回中心に位置する旋回機構28の導光管ガイド34に差し込まれる。

【0127】

旋回台車27は、旋回中心の下面にクランプ機構33が設けられ、このクランプ機構33を炉心シュラウド胴6の上部に組み込まれた上部格子板3の炉心中心位置の格子に挿入してロックした状態とする。また、旋回台車27の他方の下端面に車輪32を有し、この車輪32により旋回台車27は炉心シュラウド胴6の外周上部リング4上に載って炉心シュラウド胴6の外周に沿って移動自在となっている。

【0128】

旋回台車27上には水平に旋回中心から法線方向に向かって、前記導光管マスト

26からレーザー光を導く水平導光管29が設置されており、水平導光管29はアニュラス用レーザー施工装置73に接続し、このレーザー施工装置73へレーザー光を空間伝送可能な構成になっている。

【0129】

導光管マスト26の下端には図示していないが、上面が接続し少なくとも1個のミラーから構成される角度修正用自動アライメント機構を有する第2の反射ミラーボックスが接続されている。この反射ミラーボックスが水平導光管29と接続している。

【0130】

アニュラス用レーザー施工装置73は、クランプ機構31によって旋回台車27と固定される。このクランプ機構31はスライド機構30によって炉心中心から半径方向にスライド移動可能な構造となっている。

【0131】

図2は、本発明の請求項2および請求項3の実施の形態を説明するための一部側面で示す断面図である。図2中、符号80は導光管で、この導光管80は図1に示した導光管25、導光管マスト26および水平導光管29に対応するものである。導光管80の各末端に、両面をよく研磨し、平面度、平行度を精度よく加工した平板ガラス81を嵌め込み、Ｏリング82により気密構造とする。

【0132】

また、その平板ガラスの外側の周囲3個所に水ノズル83を中心に向け取り付ける。導光管80の一部にタップ穴86をあけ、このタップ穴86に空圧コネクタ84をねじ込んで取付け、空圧コネクタ84に空圧ホース85を接続する。空圧ホース85は図1に示したオペレーションフロア1上に設置した空圧ユニット（図示せず）まで伸ばす。空圧ユニットは、窒素ポンペを供給源とし、100%乾き窒素ガスを導光管80へ供給することができるようになっている。

【0133】

図3は、本発明の請求項4の実施の形態で、多段組み立て式導光管26の中間の接合部の構造を示した図である。各導光管26の末端にはフランジ67が取付けられており、ボルト65とナット66によって接続、固定されており、フランジ接合面は

リング68によって気密性になっている。ボルト65は、蝶番64によって導光管26に固定されており接続作業時誤って脱落しない構造になっている。符号69はレーザー光で導光管26内の通過状態を示している。

【0134】

図4は、本発明の請求項5の実施の形態で、旋回台車27の構造と上部格子板3および炉心シュラウド胴6に取付けた状態を示している。旋回台車クランプ機構33は、エアーシリンダ39、リンク40、パッド41から構成する。この旋回台車クランプ機構33の上に旋回機構28が設置される。旋回機構28は、ベアリング42、電動モータ43、ギヤ44、45から構成する。

【0135】

旋回回転軸は前記旋回台車クランプ機構33の中心と一致させる。車輪32は、旋回用の車輪で上部シュラウド胴6aの上端部に設けた上部リング4上を走行する位置に取り付ける。また、ガイドローラ46をエアーシリンダ47により上部リング4の内側に設けたスカート5の内面に押し当て可能な位置関係に取り付ける。

【0136】

また、旋回回転軸上に多段組み立て式導光管マスト26のレーザー光69aの光軸が来るように導光管マスト26の受け台である導光管ガイド34を設置する。導光管ガイド34は、自在に回転できるようにベアリング35を介して水平導光管29に取り付けられている。導光管ガイド34は平板ガラス56aで仕切られ前記導光管29を気密に保っている。

【0137】

導光管ガイド34の上端はすり鉢状に形成されており、多段組み立て式導光管26の挿入をガイドする。導光管ガイド34には給水入口ライン37と給水出口38が設けられており、導光管26の平板ガラス55と平板ガラス56aの間の間隙に溜まる水を循環できるような構造になっている。

【0138】

水平導光管29の内部には、レーザー光69を約45度に反射させる反射ミラー53、54があり、多段組み立て式導光管マスト26から降りてきたレーザー光69を反射ミラー53で見込み角45度の角度で曲げ反射ミラー54へ入光させ、さらに見込み角45

度の角度で曲げて水平方向に導光管29にもう片方の端面の平板ガラス56bへ抜けさせる構成とする。

【0139】

ここで、反射ミラー53, 54は、ミラー角度を遠隔で修正可能な2軸の電動式ミラーを使用する。反射ミラー53の電動アクチュエータは電動モータを使用し、広い角度を調整可能とし、低速度の粗調整用自動アライメントに使用する。他方の反射ミラー54の電動アクチュエータはピエゾ素子を使用し、調整角度は少ないが、高速、高分解能、高精度での調整可能とし、高速の微調整用自動アライメントに使用する。

【0140】

水平導光管29とアニュラス用レーザー施工装置73とのレーザー伝送は、一旦水中を介して行う構成とし、水平導光管29のレーザー出口側の平板ガラス56bとアニュラス用レーザー施工装置73のレーザー入口の平板ガラス90とは光軸を一致させ、互いに対面するように旋回台車27上の伸縮台48上に固定させる。

【0141】

伸縮台48はスライド機構30によって炉心中心から半径方向に遠隔操作でスライドできるようにする。実施の形態では、スライド機構30をリニアガイド49、モータ59、ボールネジ60で実現する。

【0142】

伸縮台48には、アニュラス用レーザー施工装置73の位置決め用位置決めピン52と、アニュラス用レーザー施工装置73を設置後にこれを固定するためのクランプ機構31を備えている。また、水平導光管29のレーザー出口付近は伸縮自在の蛇腹管50で構成されており、エアシリンダ47により前記レーザー出口はスライド可能であり、アニュラス用レーザー施工装置73を設置作業中に一時水平導光管29のレーザー出口を避難させることが可能である。

【0143】

図5は本発明の請求項6の実施の形態で、請求項1で説明した支柱20を移動式とした場合の構造を示した図である。平板状支柱20の両側には車輪21が取付けられており、この移動式支柱20をオペレーションフロア1上に仮設したレール22上

に設置し、この移動式支柱20上に、自動アライメント装置やポジションセンサ（PSD）（図示せず）などを含むレーザー発振器70と、電源装置71、導光管25、移動式反射ミラーボックス24などを搭載する。なお、オペレーションフロア1上には制御盤72を設置する。

【0144】

支柱20の中央には、移動式反射ミラーボックス24が搭載されている。この移動式反射ミラーボックス24は、図1に示したように車輪58が取付けられてレール23上に載っており任意に移動可能で位置調整が可能とし、前記導光管25を接続している。この導光管25は、一部が蛇腹管構造となっており、移動式反射ミラーボックス24の位置調整を可能とする。

【0145】

移動式反射ミラーボックス24には、遠隔での角度の自動調整が可能な自動アライメント機能付きの90度反射ミラーが内蔵されており、レーザー発振器70からのレーザー光を直角に曲げ、炉心に向けて真下へレーザー光を落とす構成となっている。

【0146】

図6は、本発明の請求項7の実施の形態におけるアニュラス用レーザー施工装置73を一部断面で示す鳥瞰図である。アニュラス用レーザー施工装置73には位置決め用の位置決めピン穴100があり、旋回台車27の伸縮台48に付いている位置決めピン52が差し込まれている。さらに旋回台車27のクランプ機構31によりアニュラス用レーザー施工装置73設置後これを固定している。

【0147】

アニュラス用レーザー施工装置73の上端のケースには、遠隔で角度調整が可能な電動反射ミラーが内蔵されており、旋回台車27から伝送されたレーザー光を垂直に下がった導光管101へ約90度曲げている。

【0148】

導光管101は長尺の2段の中空シリンダ形状のパイプで、その先端にレーザー投射ヘッド102、固定部103を装備し、その外形はジェットポンプ108のディフューザ106を通過可能な寸法とする。図7(a)に示すように、導光管101には

ボールネジ104 およびモータ105 が取付けられ、これらによって遠隔操作で伸縮自在となっている。

【0149】

図7(a), (b)は、本発明の請求項8の実施の形態である。導光管101 とレーザー投射ヘッド102 との間にはゴムなど弾性薄膜を素材とした中空袋状の固定部103 が設けられており、固定部103 には図示はしてないが圧力ホースが接続されており、圧力ホースは図1に示すオペレーションフロア1まで伸びており、地上側の制御盤空圧回路へ接続されている。

【0150】

図8は、本発明の請求項9の実施の形態である。本実施の形態では、固定部103 をリンク機構110, パッド111 および液圧シリンダ112 から構成する。

図9は、本発明の請求項10のアニュラスようレーザー施工装置73の実施の形態である。アニュラス用レーザー施工装置73には位置決め用の位置決めピン穴100があり、旋回台車27の伸縮台48に付いている位置決めピン52が差し込まれている。さらに旋回台車27のクランプ機構31によりアニュラス用レーザー施工装置73を設置後、これを固定している。

【0151】

アニュラス用レーザー施工装置73の上端のケースには、遠隔で角度調整が可能な電動反射ミラーが内蔵されており、旋回台車27から伝送されたレーザー光を垂直に下がった回転式導光管120へ約90度曲げている。回転式導光管120の下端は、ディフューザ106の上端穴に着座する形状となっている。

【0152】

レーザーブラケット107から下方の回転式導光管120の下部に施工アーム121が接続されており、回転式導光管120と施工アーム121は接続機構122a, 122bにより遠隔で着脱可能となっている。施工アーム121の下端に短尺アーム132を介してレーザー投射ヘッド102が取付けられている。

【0153】

図10に、本発明の請求項11, 12の具体的構造を示す。回転式導光管120の下端には、着座部123があり、着座部123は、ベアリング124a, クランプ機構129

、リング 126 a、モータ127 で構成され、モータ127 の回転で着座部123 の上方に設けた中間導光管 120 aが回転自在となっている。

【0154】

中間導光管 120 aは、電動式反射ミラー125 と平板ガラス130 と、接続機構 122 aとベアリング 124 b、リング 126 bから構成され導光管120 の下部が回転自在となっている。回転式導光管120 の上にも、電動式反射ミラー128（図示せず）が設けられており、旋回台車27から伝送されてきたレーザー光を一度下へ曲げ、回転導光管20を通過させ、下の反射ミラー125 で接続機構 122 aの接続窓の平板ガラス130 へ曲げる構成となっている。

【0155】

施工アーム121 は、接続機構 122 a、伸縮導光管131、空圧シリンダ134 およびレーザー投射ヘッド102 とから構成される。伸縮導光管131 には、空圧ピストン132 とボールネジ104 およびモータ105 が取付けられている。

【0156】

図11は、請求項11、12の実施の形態の補足説明として接続機構 122 a 付近の構成図である。回転式導光管120 側の接続機構 122 aは、接続台136、位置決めピン137、電磁チャック138、平板ガラス130、水ジェットノズル131 から構成される。また、施工アーム121 側の接続機構 122 bは、前記位置決めピン137 と填め合う位置決めピン穴140、平板ガラス141、水ジェットノズル142（図示せず）から構成される。

【0157】

図12は、請求項13、15のアニュラス用レーザー施工装置73の実施の形態である。アニュラス用レーザー施工装置73には位置決め用の位置決めピン穴100 があり、旋回台車27の伸縮台48に付いている位置決めピン52が差し込まれている。さらに旋回台車27のクランプ機構31によりアニュラス用レーザー施工装置73設置後これを固定している。

【0158】

アニュラス用レーザー施工装置73の上端のケースには、遠隔で角度調整が可能な電動反射ミラー（図示せず）が内蔵されており、旋回台車27から伝送されたレ

ーザー光を垂直に下がった導光管150へ約90度曲げている。

【0159】

この導光管150の約1.5mほど下がった箇所に請求項15の実施の形態である関節式導光管部151が設けられており、空圧ピストン152と平行リンク機構153の動きに応じて光軸を任意の距離にオフセットできる構成となっている。関節式導光管151の下方に、挿入マスト161およびレーザー投射ヘッド162が設けられている。

【0160】

関節式導光管151の詳細図を図13に示す。この導光管151は4つの90度反射ミラー157で構成され、そのうちの2つ、すなわち2つ目の関節軸151bと3番目の関節軸151cが回転軸で、ベアリング154、Oリング155によって回転自在となっている。

【0161】

この実施の形態では、レーザー光の光軸調整用の自動アライメント装置のために光軸のずれを検出する仕掛けとして、レトロリフレクタ156を最初の関節151aに挿入する。このためこの関節中の反射ミラー157はハーフミラーとする。

【0162】

最初の関節軸151aの回転軸中心は、平行リンク機構153の固定側ベース153aのリンク中心線158と一致させ、3つ目の関節軸151cの回転軸中心は、平行リンク機構153の移動側ベース153bのリンク中心線159と一致させ、前記平行リンク機構153の動きに合わせて関節式導光管151が曲がるようにする。

【0163】

以上の平行リンク機構153と関節式導光管151とにより、シュラウド上部胴6aとシュラウド中間部胴6bとの境の下側に回り込むことができるので、この部分を総称してシュラウド中間部胴回り込み機構160と称する。

【0164】

移動側ベース153bには、挿入マスト161が接続されて、上端は前記導光管151dと結合している。挿入マスト161の先端にはレーザー投射ヘッド162が接続されている。

【0165】

この2つの部分は、水平断面が幅約100mm、奥行約50mm程度で構成することを特徴とし、プール上から垂直に降ろしてアニュラス炉内へ挿入する際に、給水スパージャ（図示せず）、トラジェッションピース170、ライザー管171、ライザーブレースアーム172、シュラウドヘッドボルトブラケット（図示せず）、ライザーブラケット173、ジェットポンプブラケット174との間隙を通過できることを実現する。なお、図12中符号176はライザーエルボ、177はバッフルプレートである。

【0166】

図14に請求項14、15の発明の挿入マスト161の具体的な実施の形態を示す。挿入マスト161はアニュラス部において、ジェットポンプ173とシュラウド胴6との隙間を通過できる形状とし、ライザーブレースアーム172や、ライザーブラケット173などとの間隙に合わせ、部分的に厚みを増減する。

【0167】

これに合わせ内部の導光管175は、光軸に対しやや傾けた平板ガラス163により奥行方向に光軸をずらし、各厚みにおいて効率よく導光管175の半径を最大に取れるようにする。レーザー投射ヘッド162の電気ケーブルや空圧ホースもこの導光管175に沿って、挿入マスト161内に組み込む構造とする。

【0168】

図15に請求項16、17の発明のアニュラス用レーザー施工装置の実施の形態を示す。アニュラス用レーザー施工装置73には位置決め用の位置決めピン穴100があり、旋回台車27の伸縮台48に付いている位置決めピン52が差し込まれている。さらに旋回台車27のクランプ機構31によりアニュラス用レーザー施工装置73設置後これを固定している。

【0169】

アニュラス用レーザー施工装置73の上端のケースには遠隔で角度調整が可能な電動反射ミラー（図示せず）が内蔵されており、旋回台車27から伝送されたレーザー光を垂直に下がった導光管150へ約90度曲げている。この導光管150の先は、垂直多関節アーム180になっている。

【0170】

垂直多関節アーム180 は、図15 (b) に示すように内部が空洞となっており、レーザー光が通過でき、1 関節は、90度反射ミラー 181 a, 181 bを2つ、この2つの反射ミラー間の導光管182 をねじる機構、すなわち、ベアリング183 , オリング184 , モータ185 で構成されている。

【0171】

図16に請求項18, 19の発明のアニュラス用レーザー施工装置の実施の形態を示す。アニュラス用レーザー施工装置73には位置決め用の位置決めピン穴100 があり旋回台車27の伸縮台48についている位置決めピン52が差し込まれている。

さらに旋回台車27のクランプ機構31によりアニュラス用レーザー施工装置73を設置した後にこれを固定している。

【0172】

アニュラス用レーザー施工装置73の上端のケースには、遠隔で角度調整が可能な電動反射ミラー (図示せず) が内蔵されており、旋回台車27から伝送されたレーザー光を垂直に下がった導光管150 へ約90度曲げている。この導光管150 の先は、水平多関節アーム190 になっている。

【0173】

水平多関節アーム190 は、内部が空洞となっており、レーザー光が通過でき、1 関節は、90度反射ミラー 191 a, 191 bを2つ、この2つの反射ミラー間の導光管192 をねじる機構、すなわち、ベアリング193 , オリング194 , 中空モータ195 で構成する。この水平多関節アーム190 の各関節はいずれも同じ部品で構成する。

【0174】

図17に請求項20の発明のアニュラス用レーザー施工装置の実施の形態を示す。アニュラス用レーザー施工装置73には位置決め用の位置決めピン穴100 があり、旋回台車27の伸縮台48に付いている位置決めピン52が差し込まれている。旋回台車27のクランプ機構31によりアニュラス用レーザー施工装置73設置後これを固定している。

【0175】

アニュラス用レーザー施工装置73の上端のケースには、遠隔で角度調整が可能な電動反射ミラー（図示せず）が内蔵されており、旋回台車27から伝送されたレーザー光を垂直に下がった導光管150へ約90度曲げている。このアニュラス用レーザー施工装置73は、伸縮可能な多段式導光管マスト200と、ライザーブレースアーム172と、ライザー管171との溶接部位を施工する走査機構201とで構成する。

【0176】

さらに、図17(a)のA部を詳細に示す図17(b)および図18を用いて請求項21の構成の実施の形態を述べる。図17(b)に示すように、多段式導光管マスト200は、主にボールネジ202、モータ203、中空シリンダ形状の導光管204、リング205から構成される。

【0177】

多段式導光管マスト200の末端は、電動式反射ミラー206が内蔵され、側面には、左右に平板ガラスで仕切られたレーザー透過窓207a、207bが設けられ、このレーザー透過窓207a、207bの外周囲には水ジェットノズル208が取り付けられている。前記電動式反射ミラー206により、レーザー光はレーザー透過窓207aあるいは207bを通過して一度水中を伝播してレーザー走査機構201へ伝送される。

【0178】

図18(a)～(b)にさらに前記のレーザー走査機構201の構成の実施の形態を詳細に示す。請求項21記載の多段式の導光管マスト200の先端には図18(c)に示すようにレーザー走査機構201が固定されている。導光管マスト200とレーザー走査機構201間のレーザー光は図18(d)に示すように一旦水中を伝播して伝送する。

【0179】

すなわち、多段式の導光管マスト200の下端部には図18(c)に示すように電動式反射ミラー206があり、電動遠隔で、反射ミラー206の傾きを変えることでレーザー反射方向は、180度左右反転し（炉心方向と炉壁方向）、レーザー透過

窓 207 a、あるいは 207 b へ投射可能な構成とする。レーザー走査機構 201 の入射口 210 a、あるいは 210 b が導光管マスト 200 からのレーザー光の受け側である。

【0180】

レーザー投射ヘッドは、キャリッジ 211 上にあり、かつキャリッジ 211 上において水平方向に 90 度回転可能なように回転機構 212 で接続されている。回転機構 212 の詳細な省略する。

【0181】

このキャリッジ 211 のベース 213 は多段式導光管マスト 200 の下端に結合され、ベース 213 には、主にボールネジ 214、リニアガイド 215、モータ 216 から構成され、キャリッジ 211 を上下にスライドするための昇降機構 217 があり、同様にして、キャリッジ 211 には、主にボールネジ 224、リニアガイド 225、モータ 226 から構成され、レーザー走査機構 201 を左右にスライドするためのスライド機構 226 がある。

【0182】

レーザー走査機構 201 の入射口は平板ガラス 210 a、および 210 b で仕切られ、その外側には水ジェットノズル 230 がある。また、その内側には電動遠隔でミラー角度が変えられる電動式反射ミラー 231 があり、入射口が左右の（210 a の炉心方向と 210 b の炉壁方向）どちらにも対応可能となっている。

【0183】

レーザー投射機構 201 の中央部は、図 18 (a) に示すようにリニアガイド 232、ボールネジ 233、サーボモータ 234、リング 235 等から構成される遠隔電動での伸縮走査駆動が可能な伸縮導光管 236 をなし、その末端には集光レンズ 237、90 度反射ミラー 238 がある。

【0184】

この反射ミラー 238 は、両軸タイプのサーボモータ 239 で回転軸に固定され、内部で反射向きが 360 度回転可能とし、円筒ガラス 240 を通して外部へレーザー光を投射する。このサーボモータ 239 の反対軸はレーザー投射ヘッド 252 の末端から突き出し、水ノズル 241、242 が固定されている。

【0185】

図19は本発明の請求項22記載のアニュラス用レーザー施工装置73の実施の形態である。アニュラス用レーザー施工装置73には位置決め用の位置決めピン穴100があり、旋回台車27の伸縮台48についている位置決めピン52が差し込まれている。さらに旋回台車27のクランプ機構31によりアニュラス用レーザー施工装置73設置後これを固定している。

【0186】

アニュラス用レーザー施工装置73の上端のケースには、遠隔で角度調整が可能な電動反射ミラー（図示せず）が内蔵されており、旋回台車27から伝送されたレーザー光を垂直に下がった導光管251へ約90度曲げている。導光管251は長尺の多段の中空シリンダ形状のパイプでその先端にレーザー投射ヘッド252，固定部253を装備し、その外形は、ライザー管256を通過可能な寸法とする。導光管251は、図示していないがボールネジ254，モータ255によって、遠隔操作で伸縮自在となっている。

【0187】

図20は、本発明の請求項23の実施の形態である。導光管251とレーザー投射ヘッド252との間にはゴムなど弾性薄膜を素材とした中空袋状の固定部253があり、図示はしていないが、圧力ホースが接続されており、圧力ホースはオペレーションフロア1まで伸びており、地上側の制御盤空圧回路へ接続されている。

【0188】

図21は、本発明の請求項24の実施の形態である。本実施の形態では、導光管251の下部に設ける固定部253をリンク機構260，パッド261および液圧シリンダ262から構成する。

【0189】

図22は、請求項25記載のレーザー投射ヘッド102の機構構成の実施の形態を説明する図である。

主に集光レンズユニット270，スキャン反射ミラー271，揺動スキャン機構272，ステップ直動機構273，水平スキャン機構295，焦点距離調整機構274，施工面ごみ除去装置275，3つの小型マイクロフォン276，ハーフミラー277とレ

トロリフレクタ278，監視用カメラ279 から構成される。

【0190】

ステップ直動機構273 は、ヘッドの光学系全体が上下にステップ移動可能なように、主にリニアガイド281，ボールネジ282，ギヤ283，ACサーボモータ284 から構成し、集光レンズユニット270 は、主にリニアガイド285，ボールネジ286，超音波モータ287 から構成される焦点距離調整機構274 と集光レンズ290 から構成される。

【0191】

揺動スキャン機構272 は、反射ミラー271 がレーザー入射光の光軸廻りに揺動回転可能なように、主に軸受け291，ギヤ292，超音波モータ293 から構成し、焦点調整機構274 と揺動スキャン機構272 全体が左右にステップ移動できるように水平スキャン機構295 があり、これはリニアガイド296、ボールネジ（図示せず）、タイミングベルト298 およびモータ299 から主に構成する。

【0192】

図23は、請求項26記載のレーザー投射ヘッド102 の機構構成の実施の形態を説明する図である。

主に集光レンズユニット300，スキャン用反射ミラー301，揺動スキャン機構302，伸縮導光管機構303、焦点距離調整機構304，施工面ごみ除去装置306，3つの小型マイクロフォン307，監視用カメラ308 から構成される。

【0193】

伸縮導光管機構303 は、2枚の平板ガラス310，311、リニアポジションセンサ312、リング313、ピストン機構状の導光管314，復帰バネ315，空圧チューブ316 などから構成される。

【0194】

集光レンズユニット300 は、平行キー320，ボールネジ321，超音波モータ322 などから構成される焦点距離調整機構304 と集光レンズ324 から構成される。揺動スキャン機構302 は、反射ミラー301 がレーザー入射光の光軸と直角でかつミラー面を含む軸方向に揺動回転軸を固定した軸受け325，超音波モータ326，レゾルバ327 などから主に構成される。

【0195】

図24は、請求項27記載のレーザー投射ヘッド102 の実施の形態を説明する図である。

本レーザー投射ヘッド102 は、主に集光レンズユニット340 , 集光レンズ回転機構341 , スキャン用反射ミラー342 , 伸縮導光管機構343 , 焦点距離調整機構344 , 水平スキャン機構345 , 施工面ごみ除去装置346 , 3つの小型マイクロフォン347 , 監視用カメラ348 から構成される。

【0196】

レーザー投射ヘッド102 の光学系の構成を以下に述べる。伸縮導光管機構343 は、2枚の平板ガラス350 , 351 と、中空ピストン状の導光管352 , Oリング353 , リニアポジションセンサ354 , 復帰バネ355 , 空圧チューブ356 から構成する。

【0197】

集光レンズユニット340 は、集光レンズ回転機構341 と焦点距離調整機構344 とから構成され、集光レンズ回転機構341 は、軸受け360 , 超音波モータ361 , 集光レンズ362 から構成され、集光レンズ362 中心をレンズの回転軸に対しわざと偏心させて組立てる。

【0198】

焦点距離調整機構344 は、焦点距離が遠隔で増減調整可能とする平行キー363 , ボールネジ364 , 超音波モータ365 などから主に構成する。水平スキャン機構345 は、反射ミラー342 が前記集光レンズ回転機構341 の回転軸と同軸廻りに回転走査可能とする回転軸受け370 , ACサーボモータ371 , レゾルバ372 などから主に構成する。

【0199】

図25 (a) , (b) は、請求項28記載のレーザー投射ヘッド102 の実施の形態を説明する図で、図25 (b) は図25 (a) におけるA-A' , B-B' , C-C' 断面を連続的に示している。

【0200】

レーザー投射ヘッド102 は、スキャンモジュール390 と複数の関節モジュール

391 とベースモジュール392 から構成される。この実施の形態では関節モジュール391 を1つで示す。

【0201】

スキャンモジュール390 は、主に集光レンズユニット380 , 焦点距離調整機構381 , スキャン用反射ミラー382 , スキャン機構383 , 施工面ごみ除去装置384 , 3つの小型マイクロフォン385 , 監視用カメラ386 で構成する。関節モジュール391 はいずれも同じ機構で構成され、1モジュールに中継ミラー機構393 と伸縮機構394 と曲げ機構395 の2つの関節自由度を有する関節モジュールで構成する。

【0202】

ベースモジュール392 は、施工マストの導光管と接続する部分のモジュールで、図示はしていないがハーフ反射、偏光フィルター、レトロリフレクタなどからなる自動アライメント用の参照光の反射光路と平板ガラスや水ジェットノズルからなる仕切り板と、反射ミラー396 , 中継ミラー機構393 と伸縮機構394 から構成する。

【0203】

図26は、請求項29記載の制御盤の構成を示す制御システム全体のブロック回路である。制御盤400 は、信号処理回路401 , 制御ドライバー402 , 計算機403 , 表示装置404 , 入力装置405 , レーザー発振器指令入出力回路406 , 音響信号分析ユニット407 から主に構成し、音響信号分析ユニット407 は、複数の小型マイクロフォンからの音響信号を処理する入力回路410 , 増幅アンプ411 , 周波数フィルター412 などからなる信号前処理回路413 , A/D変換回路414 , 施工時の施工ポイント位置計測や施工状態量や施工異常の判定などを演算処理するプログラム計算処理回路415 から構成する。

【0204】

請求項30で請求する音響信号分析ユニットのハード構成実施の形態は、すでに図16に示した。さらに動作原理の具体例を図27を引用して以下に述べる。一般に、レーザー光により金属溶接部の応力改善のためのレーザーピーニング施工や、表面改質のためのレーザー照射では、あるパターン化した音が発生する。この音

データから以下のような施工状態の情報を得ることができる。

【0205】

例えば、レーザーピーニングとは、一瞬に高出力のパルス状のレーザー光を水中において金属表面に当て、その光エネルギーで表面の金属がプラズマ化する時に発生する圧力波で金属表面の残留応力を引張りから圧縮に変える技術であるが、このプラズマ発生時に、その集光点から発生する音の時間計測をイメージ化すると図27のようになる。

【0206】

この音の発生パターンの相似性を分析することで同じ音が各マイクロフォンに採取された時間を知ることができる。光の伝播時間は音の伝播時間に比べ無視できるので、一定のパターンでレーザー光を打った場合、レーザー光がピークに達した時刻からマイクロフォンで音を採取した時刻までの時間が、その音が発生ポイントから各マイクロフォンまでに到達した伝播時間とみなすことができる。

【0207】

例えば図27のような音のパターンの場合は、採取した音響信号には集光ポイントからするどいピーク音が見られ、このピーク音の発生時刻を各々のマイクロフォン毎に計測し、レーザー光を発射した時刻からの経過時間に置き換える。

【0208】

この経過時間は、光の伝播時間は音の伝播時間に比べ無視できるので、集光点から各マイクロフォンに到達した音の伝播時間とみなすことが可能で、この時間を音の伝播速度で割り、各マイクロフォンから集光点までの距離を算出することができる。さらに、3点以上の距離データから3点測量の原理で音発生の3次元位置を計算することができる。

【0209】

施工状態量の計測は、例えば、前記衝撃音のピークレベルとピーク音の周波数分布からレーザー光のエネルギーレベル、照射点への入光状態を定量的に分析、計測するものである。例えば、レーザーピーニングの場合では、レーザーエネルギーが高いとピークレベルが高くなり、この相関関係から施工時の入光エネルギーを検出することが可能である。なお、これは単数のマイクロフォンの信号から

でも計測分析が可能である。

【0210】

また、施工異常診断は、レーザー光が施工対象（金属表面）の手前で集光し、うまくエネルギーが吸収されない場合や、レーザー光の光路上にゴミなどの浮遊物が存在して集光点手前でエネルギーが減衰する場合は、ピーク音の手前でノイズが発生する現象を利用した手法であり、これも単数のマイクロフォンで信号から計測分析が可能である。

【0211】

これらの施工音分析データを基にレーザー焦点位置の調整やレーザー光の発振器制御へのフィードバック制御や、異常時の対応などのインターロック制御を行う。

【0212】

図28(a)～(d)は、請求項31記載の方法による施工面ごみ除去装置450の実施の形態を説明する図である。すなわち、レーザー照射ヘッド102 付近に取付けた水ジェットノズル451 と、このノズル451 から加圧給水ユニット452 までをつなぐ接続ホース453 と、加圧給水ユニット452 ，フィルター454 とから構成する。

【0213】

図29(a)～(d)は、請求項32記載の方法による施工面ごみ除去装置460の実施の形態を説明する図である。すなわち、レーザー照射ヘッド102 付近に取付けた吸い込みノズル461 と、このノズル461 から吸い込みポンプユニット462 までをつなぐ接続ホース463 と、吸い込みポンプユニット462 ，フィルター464 から構成する。

【0214】

図30(a)，(b)は、請求項33記載の施工面ごみ除去装置470の実施の形態を説明する図である。すなわち、レーザー照射ヘッド102 付近に取付けた、水ジェットノズル471 と吸い込みノズル472 と、これらのノズルから加圧給水ユニット473 と吸い込みポンプユニット474 をつなぐ接続ホース 475 a， 475 b と、加圧給水ユニット476 ，吸い込みポンプユニット477 ，フィルター478 から構成す

る。

【0215】

図31(a)～(d)は、請求項34記載の具体例を示す図である。レーザー照射ヘッド102 付近にモータ481，スクリュー482，フィルター483 からなる水流発生装置480 を内蔵し、レーザー照射ヘッド102 付近に取付けた水ジェットノズル451 を取付け、前記水流発生器480 と水ジェットノズル451 間をホースを使用せず直接接続した構成とする。

【0216】

図32(a)～(d)は、請求項35記載の具体例を示す図である。レーザー照射ヘッド102 付近にモータ491，スクリュー492，フィルター493 からなる水流発生装置490 を内蔵し、レーザー照射ヘッド102 付近に取付けた吸い込みノズル461 を取付け、前記水流発生器490 と吸い込みノズル461 間をホースを使用せず直接接続した構成とする。

【0217】

図33(a)，(b)は、レーザー照射ヘッド102 付近にモータ501，スクリュー502，フィルター503 からなる水流発生装置500 を内蔵し、レーザー照射ヘッド102 付近に取付けた水ジェットノズル504 と吸い込みノズル505 を取付け、前記水流発生器500 と各ノズル504，505 間をホースを使用せず直接接続した構成とする。

【0218】

図34(a)，(b)は、請求項37記載の水中プロペラ510 の具体的な構成を示す図である。本装置は、アニュラス用レーザー施工装置73の先端付近にスクリュー511 とスクリューに組み込み式のモータ512 から構成される水中プロペラ510 を取付ける。

図35は、レーザー投射ヘッド102 に請求項38記載のジャイロモータ520 を搭載した具体例である。

【0219】

図36(a)，(b)は、請求項39記載のレーザー発振器70と旋回台車27の具体的な構成を示す図である。レーザー発振器70は図36(b)に示すように耐水圧容

器530 内に収納され、旋回台車27のベース上に設置される。自動アライメントによる光軸調整用の電動式反射ミラー53, 54は光軸を水平に曲げるようにレイアウトを変更する。

【0220】

したがって、レーザー発振器70の光軸と旋回台車27上の水平導光管29の光軸は90度交差するようにレーザー発振器70を配置し、レーザー発振器70からの投射口540 と水平導光管29に接続するミラー53, 54を内蔵するケース533 のレーザー受け口542 とはフランジ531 で接合し、ゴムパッキン532 でシールする。

【0221】

図37(a), (b)は、請求項39記載のレーザー発振器70を旋回台車27から遠隔分離可能とするための請求項40記載の遠隔着脱システムの具体的な構成を示す図である。

【0222】

レーザー発振器70からの投射口540 は平板ガラス541 で仕切り、旋回台車27の水平導光管29のレーザー受け口542 も平板ガラス543 で仕切る。各仕切りの平板ガラス541, 543 の端面には水ジェットノズル 544a, 544b (図示せず)を配置する。

【0223】

また、4つの位置決めピン穴545 をレーザー発振器70のベース547 に、同数の位置決めピン546 を旋回台車27に設け、各々が嵌め合い位置決めが可能となるようにする。ベース547 の下には防振ゴム548 (図示せず)を張り付ける。

【0224】

旋回台車27に旋回台車70のロック機構549 としてトグルクランプ550 を設け、レーザー発振器70のベース547 を固定するようにする。このトグルクランプ550 は、操作ポール等で引っ掛け、原子炉プール上から遠隔手動で動作可能なように取っ手551 を取付ける。

【0225】

図38は、請求項41記載のシュラウド内のレーザー光による予防保全・補修作業用装置へ本発明のレーザー光伝送システムを応用、流量する方法を具体化した例

の説明図である。

【0226】

旋回台車27のベース560 は馬蹄形の形状とし、水平導光管29からのレーザー光をこの馬蹄形の空洞を介してシュラウド胴6の内側へ垂直に落とすことが可能な構造とする。アニュラス用レーザー施工装置73の代わりに、シュラウド内施工用の中継ボックス561 を旋回台車72に載せ、所定の位置のクランプ機構31により固定する。

【0227】

中継ボックス561 の位置決めは、アニュラス用レーザー施工装置の位置決めに使用した位置決めピン52を流用し、中継ボックス561 に位置決めピン穴562 を設ける。中継ボックス561 は、電動によりミラー角度が遠隔調整可能な電動式反射ミラー563 , 平板ガラス564 , 565 , 乾燥ガスのパージ用圧力チューブ566 (図示せず) , 各平板ガラスの外側周囲に水ジェットノズル 567 a , 567 b から構成する。

【0228】

つぎに、実施の形態の作用について説明する。

最初に本システムの炉内への設置手順、方法について以下に説明する。

まず、原子炉圧力容器内へ旋回台車27を降ろし、上部格子板3の中央格子に旋回台車クランプ機構33を挿入し同時に、スライド機構30の車輪32をシュラウド胴6の上部リング4上に載せる。その後、旋回台車クランプ機構33を動作して上部格子板3の格子にロックし、同時に、ガイドローラ46を上部リング4上のスカート5の内側面に押し当て、旋回台車27をシュラウド胴6上に設置する。

【0229】

つぎに、原子炉プール上に炉心を跨ぐようにして支柱20を設置する。設置の方法は、図1に示したように支柱20を天井クレーンで吊り降ろし、直接路上に移動、設置する方法と、支柱20をオペレーションフロア1上にあるレール22を利用し、一度、オペレーションフロア1上で組み立てた後、横行させて炉心上に移動させる方法もある。

【0230】

この支柱20から多段組立て式の導光管マスト26を下段から順次組立て、約16mの長尺マストにする。この組立ては、フランジ継ぎ手構造とし、リング等でシールし、ボルト65、ナット66で結合する。なお、下段のマスト端面には平板ガラス55で仕切られており、最上段マストの末端には反射ミラー60が取付けられている。

【0231】

これを組み立て後、天井マストで吊り上げ、旋回台車27の旋回機構28の回転中心部へ移動、導光管ガイド34の嵌合部へ挿入、位置決めする。この時、同時に導光管マスト26の上端を支柱20の移動反射ミラーボックス24上に着座させる。

【0232】

すなわち、導光管マスト25の荷重は移動反射ミラーボックス24で受けるようにする。移動反射ミラーボックス24は、ローラやりニアガイド等で移動可能とすることで、導光管マスト26の上下の芯ずれを吸収することができる。

【0233】

支柱20の炉心に他方、取り付け時の取り付け誤差は、レーザー光は各要素毎の導光管内部の反射ミラーの角度修正用モータでミラー角度の微調整を自動調整することにより修正可能であり、ラフな取り付け精度でレーザー光の伝達が実現でき、作業性を容易にしている。

【0234】

設置後は、旋回台車の旋回機構27の機能によりアニュラス用レーザー施工装置73をシュラウド胴廻りに沿って360度回すことが可能である。アニュラス用レーザー施工装置73は、旋回台車27のスライド機構30により、炉心半径方向に位置決め微調整が可能で、前記旋回機構30とスライド機構30との組み合わせによりシュラウド胴6の周囲の任意位置にアニュラス用レーザー施工装置73を位置決めすることができる。

【0235】

また、各導光管の幾つかの反射ミラーは電動式ミラーで、光路の修正、制御が遠隔で可能であり、長距離の伝送を可能としている。さらに、各導光管の遠隔接

続部は、平板ガラスで仕切られ、簡単に分離、組立てが可能としている。これを水中で実現するため、各平板ガラスには、気泡発生を防止するための、水ジェットノズルを取り付け、内部の結露防止対策として、導光管内部へ乾き空気を送る機構を付加している。

【0236】

この光路の修正は、アニュラス部レーザー施工装置73やレーザー投射ヘッド102などの導光管途中のレトリフレクタで反射された参照光で位置ずれを認識し、自動的に実施される。なお、各レトリフレクタからの参照光を分光するため、各レトリフレクタには偏光フィルターが組み込まれており、各参照光を各々区別可能とする。

【0237】

また、超音波マイクロフォンからの音響分析により、施工中の状態をモニタ可能であり、特に焦点合わせの制御、集光エネルギーの強度判定、集光点の位置の計測など、施工管理に重要な情報をリアルタイムで計測することが可能となる。なお、施工中に発生する気泡やゴミの施工点のレーザー光路から排除するため、水ジェットノズルによる施工面ごみ除去装置をレーザー光路上に設置する。

施工中のヘッド先端の位置を固定するための工夫として、水中ファンやジャイロモータを設けることもできる。

【0238】

図36に示したように、レーザー発振器70を耐水圧容器530に入れ、旋回台車上に載せ、原子炉プール上から旋回台車までの長尺の導光管を不要とする。

また、図37のような構成とすることにより、このレーザー発振器70を内蔵する耐水圧容器530を旋回台車に固定しているロック機構を遠隔手動で操作ポール等を用いて外したり、ロックしたりできるようになり、施工中、レーザー発振器のみを単独で炉外へ出して調整、修理をしたり、旋回台車等を炉内へ設置後、後からレーザー発振器70を設置したりできるようになる。

【0239】

図38のような構成することにより、レーザー光をシュラウド内部へ落とすことが可能となり、シュラウド胴6の内側を施工する各種作業装置へ効率よくレーザ

一光を伝送することが実現できる。

【0240】

【発明の効果】

本発明によれば、レーザー光の伝送経路を、多段式の長尺マストの導光管、シュラウド上部に設けられている上部格子板に設置した旋回台車および各種アニュラス用レーザー施工装置に3分割することで柔軟に対応可能となり、かつ、前記マスト部と旋回台車は共通使用が可能で、効率よく作業場所の変更、移動が可能となる効果がある。

【0241】

また、システムの共用化が可能となるため、コストの大幅な低減を提供することが可能であり、レーザー光によるピーニングや溶接などの予防・保全、補修作業を、構造物の形状が複雑で、狭隘な空間であるアニュラス部への対応が容易となる。

【0242】

さらに、本発明によれば、自動アライメントによる光路修正を行うこと、および反射ミラーを電動式とし、レトロリフレクタからの参照光により位置ずれを自動判定できるようにしたことによって、従来長距離の伝送が困難と言われていた導光管方式を実現できるようにしている。

【0243】

また、このレーザー光伝送のシステムは、旋回台車にオプションの反射ミラーの中継ボックスを設置することで、シュラウド内施工装置にも応用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る原子炉内構造物の予防保全・補修装置の請求項1の実施の形態を示す鳥瞰図。

【図2】

本発明の請求項2の実施の形態を示す部分断面図。

【図 3】

本発明の請求項 4 の実施の形態を示す縦断面図。

【図 4】

本発明の請求項 4 の実施の形態を示す縦断面図。

【図 5】

本発明の請求項 6 の実施の形態を示す鳥瞰図。

【図 6】

本発明の請求項 7 の実施の形態を示す鳥瞰図。

【図 7】

(a) は本発明の請求項 8 の実施の形態を示す側面図、(b) は (a) のレーザー投射ヘッドを示す縦断面図。

【図 8】

本発明の請求項 9 の実施の形態を示す側面図。

【図 9】

本発明の請求項 10 の実施の形態を示す鳥瞰図。

【図 10】

本発明の請求項 11 および 12 の実施の形態を示す縦断面図。

【図 11】

図 10 における接続機構近傍を拡大して示す縦断面図。

【図 12】

本発明の請求項 13 および 15 の実施の形態におけるアニュラス用レーザー装置を示す鳥瞰図。

【図 13】

図 12 における関節式導光管を一部断面で示す側面図。

【図 14】

(a) は本発明の請求項 14 および 15 の挿入マストを示す斜視図、(b) は (a) の A 部を拡大して示す縦断面図。

【図 15】

(a) は本発明の請求項 16 および 17 の実施の形態におけるアニュラス用レーザ

一施工装置を示す鳥観図、(b)は(a)のA部を拡大して示す縦断面図。

【図16】

(a)は本発明の請求項18および19の実施の形態におけるアニュラス用レーザー施工装置を示す鳥観図、(b)は(a)のA部を拡大して示す縦断面図。

【図17】

(a)は本発明の請求項20の実施の形態におけるアニュラス用レーザー施工装置を示す鳥観図、(b)は(a)のA部を拡大して示す縦断面図。

【図18】

(a)は本発明の請求項20のレーザー走査機構を示す縦断面図、(b)は(a)の回転機構近傍を示す側面図、(c)は(b)の立面図、(d)は(c)を右方向から見た立面図。

【図19】

本発明の請求項22のアニュラス用レーザー施工装置を示す鳥観図。

【図20】

本発明の請求項23のレーザー投射ヘッドと導光管との接続関係を一部断面で示す側面図。

【図21】

本発明の請求項24の実施の形態におけるレーザー投射ヘッドと導光管との接続関係を示す立面図。

【図22】

本発明の請求項25の実施の形態を一部断面で概略的に示す立面図。

【図23】

本発明の請求項26の実施の形態を一部断面で示す立面図。

【図24】

本発明の請求項27の実施の形態を一部断面で示す立面図。

【図25】

(a)は本発明の請求項28の実施の形態を示す側面図、(b)は(a)におけるA-A'、B-B'およびC-C'断面を連続的に示す概略断面図。

【図26】

本発明の請求項29の実施の形態の制御システム全体を示すブロック回路図。

【図27】

図26において集光点から発生する音の時間計測をイメージ化した波形図。

【図28】

(a)は本発明の請求項31の実施の形態における施工面ごみ除去装置を一部ブロックで示す側面図、(b)は(a)の上面図、(c)は(a)の水ジェットノズル近傍を拡大して示す縦断面図、(d)は(c)のA-A'矢視断面図。

【図29】

(a)は本発明の請求項32の実施の形態における施工面ごみ除去装置を一部ブロックで示す側面図、(b)は(a)の上面図、(c)は(a)の水ジェットノズル近傍を拡大して示す縦断面図、(d)は(c)のB-B'矢視断面図。

【図30】

(a)は本発明の請求項33の実施の形態における施工面ごみ除去装置を一部ブロックで示す側面図、(b)は(a)の上面図。

【図31】

(a)は本発明の請求項34の実施の形態における施工面ごみ除去装置を一部ブロックで示す側面図、(b)は(a)の上面図、(c)は(b)のB部の水流発生装置を拡大して示す縦断面図、(d)は(c)のA-A'矢視断面図。

【図32】

(a)は本発明の請求項35の実施の形態における施工面ごみ除去装置を一部ブロックで示す側面図、(b)は(a)の上面図、(c)は(b)のA部の水流発生装置を拡大して示す縦断面図、(d)は(c)のB-B'矢視断面図。

【図33】

(a)は本発明の請求項36の実施の形態における施工面ごみ除去装置を一部ブロックで示す側面図、(b)は(a)の上面図。

【図34】

(a)は本発明の請求項37の実施の形態の要部を示す斜視図、(b)は(a)のA部拡大図。

【図35】

本発明の請求項38の実施の形態の要部を示す斜視図。

【図36】

(a) は本発明の請求項39の実施の形態の要部を示す鳥瞰図、(b) は(a)のA部を矢視方向から見た一部断面で示す上面図。

【図37】

(a) は本発明の請求項40の実施の形態の要部を示す鳥瞰図、(b) は(a)のA部を矢視方向から見た一部断面で示す上面図。

【図38】

本発明の請求項41の実施の形態の一部側面で示す縦断面図。

【符号の説明】

1…オペレーションフロア、3…上部格子板、4…上部リング、5…スカート、6…シュラウド胴、6a…シュラウド上部胴、6b…シュラウド中間部胴、7…原子炉プール、20…支柱、21…車輪、22, 23…レール、24…移動式反射ミラーボックス(第1の反射ミラーボックス)、25…導光管、26…導光管マスト、27…旋回台車、28…旋回機構、29…水平導光管、30…スライド機構、31…クランプ機構、32…車輪、33…旋回台車クランプ機構、34…導光管ガイド、35…ベアリング、37…給水入口ライン、38…給水出口ライン、39…エアーシリンダ、40…リンク、41…パッド、42…ベアリング、43…電動モータ、44, 45…ギヤ、46…ガイドローラ、47…エアーシリンダ、48…伸縮台、49…リニアガイド、51…スライド機構、52…位置決めピン、53, 54…反射ミラー、55…平板ガラス、56a, 56b…平板ガラス、58…車輪、63…多段組み立て式導光管マスト、64…蝶番、65…ボルト、66…ナット、67…フランジ、68…Oリング、69…レーザー光、70…レーザー発信器、71…電源装置、72…制御盤、73…アニュラス用レーザー施工装置、80…導光管、81…平板ガラス、82…Oリング、83…水ノズル、84…空圧コネクタ、85…空圧ホース、86…タップ穴、90…平板ガラス、100…位置決めピン穴、101…導光管、102…レーザー投射ヘッド、103…固定部、104…ボールネジ、105…モータ、106…ジェットポンプディフューザ、107…ライザーブラケット、108…ジェットポンプ、110…リンク機構、111…パッド、112…液圧シリンダ、120…

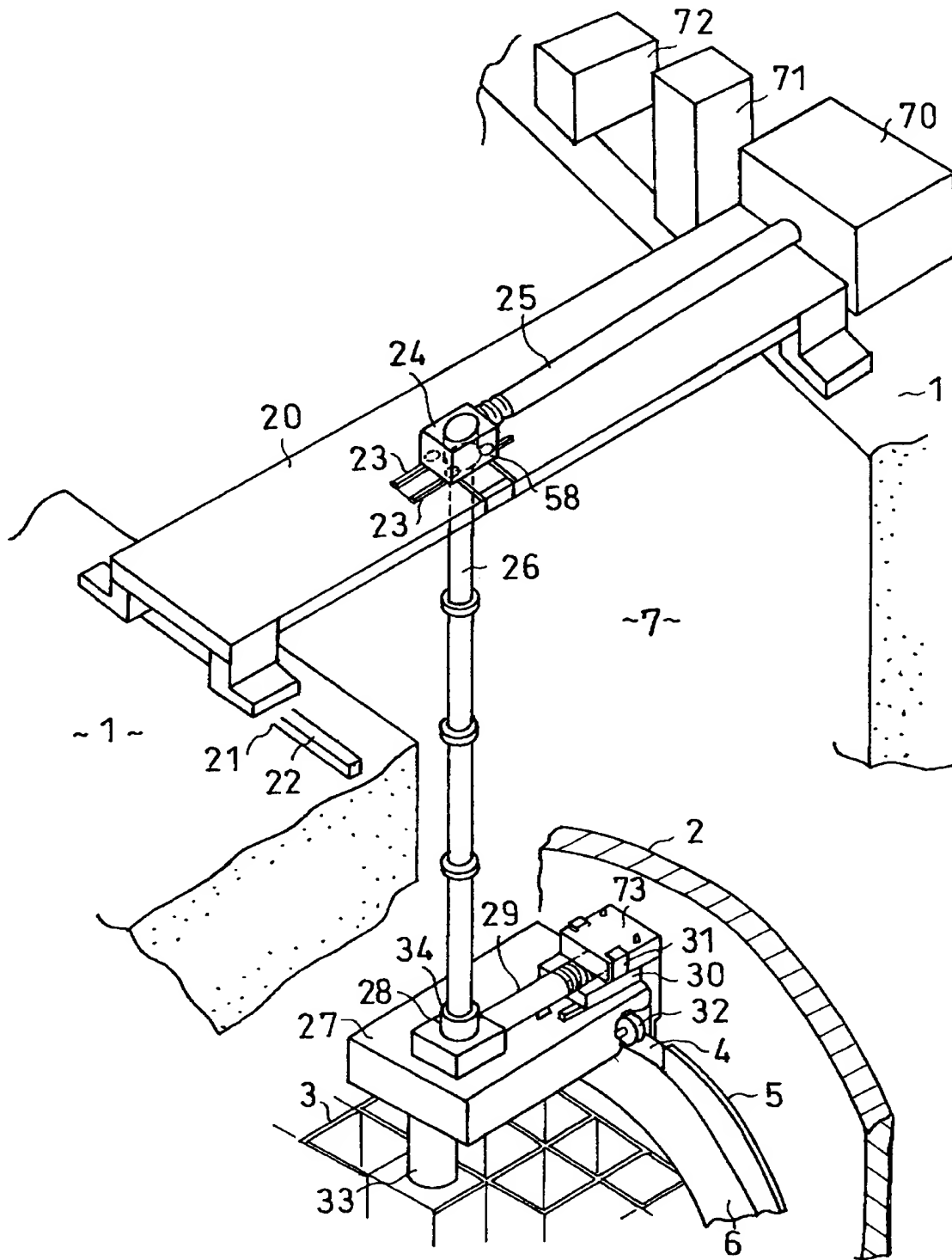
回転式導光管、120 a …中間導光管、121…施工アーム、122 a, 122 b …接続機構、123…着座部、124 a, 124 b …ベアリング、125…電動式反射ミラー、126 a, 126 b …Ｏリング、127…モータ、128…電動式反射ミラー、129…クランプ機構、130…平板ガラス、131…水ジェットノズル、132…アーム、133…リニアセンサ、134…中空シリンダ、135…Ｏリング、136…接続台、137…位置決めピン、138…電磁チャック、139…回転部、140…位置決めピン穴、141…平板ガラス、142…水ジェットノズル、150…導光管、151 a, 151 b, 151 c, 151 d …関節式導光管部、152…空圧ピストン、153…平行リンク機構、153 a …固定側ベース、153 b …移動側ベース、154…ベアリング、155…Ｏリング、156…レトロリフレクタ、157…反射ミラー、158…リンク中心線、159…リンク中心線、160…シュラウド中間部胴回り込み機構、161…挿入マスト、162…レーザー投射ヘッド、163…平板ガラス、170…トラジェクションピース、171…ライザー管、172…ライザーブレースアーム、173…ライザーブラケット、174…ジェットポンプブラケット、175…導光管、176…ライザーエルボ、177…バッフルプレート、180…垂直多関節アーム、181 a, 181 b …反射ミラー、182…導光管、183…ベアリング、184…Ｏリング、185…モータ、190…水平多関節アーム、191 a, 191 b …反射ミラー、192…導光管、193…ベアリング、194…Ｏリング、195…モータ、200…導光管マスト、201…レーザー走査機構、202…ボールネジ、203…モータ、204…中空シリンダ形状の導光管、205…Ｏリング、206…電動式反射ミラー、207 a, 207 b …レーザー透過窓、208…水ジェットノズル、210 a, 210 b …入射口、211…キャリッジ、212…回転機構、213…ベース、214…ボールネジ、215…リニアガイド、216…モータ、217…昇降機構、224…ボールネジ、225…リニアガイド、226…モータ、スライド機構、230…水ジェットノズル、231…電動式反射ミラー、232…リニアガイド、233…ボールネジ、234…サーボモータ、235…Ｏリング、236…伸縮導光管、237…集光レンズ、238…90度反射ミラー、239…両軸タイプのサーボモータ、240…円筒ガラス、241, 242…水ノズル、251…導光管、252…レーザー投射ヘッド、253…固定部、254…ボールネジ、255…モータ、256…ライザー管、260…リンク機構、261…パッド、262…液圧シリンダ、270…集光

レンズユニット、 271…スキャン用反射ミラー、 272…揺動スキャン機構、 273
 …ステップ直動機構、 274…焦点距離調整機構、 275…施工面ごみ除去装置、 2
 76…小型マイクロフォン、 277…ハーフミラー、 278…レトロリフレクタ、 279
 …監視用カメラ、 281…リニアガイド、 282…ボールネジ、 283…ギヤ、 284…
 ACサーボモータ、 285…リニアガイド、 286…ボールネジ、 287…超音波モー
 タ、 290…集光レンズ、 291…軸受け、 292…ギヤ、 293…超音波モータ、 294
 …偏光フィルタ、 295…水平スキャン機構、 296…リニアガイド、 298…タイミ
 ングベルト、 299…モータ、 300…集光レンズユニット、 301…スキャン用反射
 ミラー、 302…揺動スキャン機構、 303…伸縮導光管機構、 304…焦点距離調整
 機構、 306…施工面ごみ除去装置、 307…小型マイクロフォン、 308…監視用カ
 メラ、 310, 311…平板ガラス、 312…リニアポジションセンサ、 313…オーリン
 グ、 314…ピストン機構状の導光管、 315…復帰バネ、 316…空圧チューブ、 3
 20…平行キー、 321…ボールネジ、 322…超音波モータ、 324…集光レンズ、 3
 25…軸受け、 326…超音波モータ、 327…レゾルバ、 340…集光レンズユニット
 、 341…集光レンズ回転機構、 342…スキャン用反射ミラー、 343…伸縮導光管
 機構、 344…焦点距離調整機構、 345…水平スキャン機構、 346…施工面ごみ除
 去装置、 347…小型マイクロフォン、 348…監視用カメラ、 350, 351…平板ガ
 ラス、 352…中空ピストン状の導光管、 353…オーリング、 354…リニアポジショ
 ンセンサ、 355…復帰バネ、 356…空圧チューブ、 360…軸受け、 361…中空式
 超音波モータ、 362…集光レンズ、 363…平行キー、 364…ボールネジ、 365…
 超音波モータ、 370…回転軸受け、 371…ACサーボモータ、 372…レゾルバ、
 380…集光レンズユニット、 381…焦点距離調整機構、 382…スキャン用反射ミ
 ラー、 383…スキャン機構、 384…施工面ごみ除去装置、 385…小型マイクロフ
 オン、 386…監視用カメラ、 390…スキャンモジュール、 391…関節モジュール
 、 392…ベースモジュール、 393…中継ミラー機構、 394…伸縮機構、 395…曲
 げ機構、 396…反射ミラー、 400…制御盤、 401…信号処理回路、 402…制御ド
 ライバー、 403…計算器、 404…表示装置、 405…入力装置、 406…レーザー発
 振器指令入出力回路、 407…音響信号分析ユニット、 410…入力回路、 411…増
 幅アンプ、 412…周波数フィルタ、 413…信号前処理回路、 414…A/D変換回

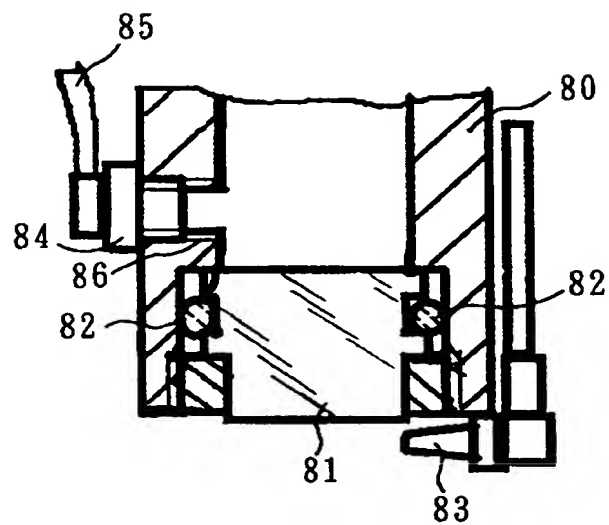
路、 415…プログラム計算処理回路、 450…請求項31記載の方法による施工面ごみ除去装置、 451…水ジェットノズル、 452…加圧給水ユニット、 453…接続ホース、 454…フィルタ、 460…請求項32記載の方法による施工面ごみ除去装置、 461…吸い込みノズル、 461…ノズル、 462…吸い込みポンプユニット、 463…接続ホース、 464…フィルタ、 470…請求項33記載の施工面ごみ除去装置、 471…水ジェットノズル、 472…吸い込みノズル、 473…加圧給水ユニット、 474…吸い込みポンプユニット、 475 a, 475 b…接続ホース、 476…加圧給水ユニット、 477…吸い込みポンプユニット、 478…フィルタ、 480…水流発生装置、 481…モータ、 482…スクリュウ、 483…フィルタ、 484…ホース、 490…水流発生器、 491…モータ、 492…スクリュウ、 493…フィルタ、 494…ホース、 500…水流発生器、 501…モータ、 502…スクリュウ、 503…フィルタ、 504…水ジェットノズル、 505…吸い込みノズル、 506 a, 506 b…ホース、 510…水中プロペラ、 511…スクリュウ、 512…モータ、 520…ジャイロモータ、 530…耐水圧容器、 531…フランジ、 532…ゴムパッキン、 533…ケース、 540…投射口、 541…平板ガラス、 542…レーザー受け口、 543…平板ガラス、 544 a, 544 b…水ジェットノズル、 545…位置決めピン穴、 546…位置決めピン、 547…ベース、 548…防振ゴム、 549…ロック機構、 550…トグルクランプ、 551…取っ手、 560…ベース、 561…中継ボックス、 562…位置決めピン穴、 563…電動式反射ミラー、 564, 565…平板ガラス、 566…パージ用圧力チューブ、 567 a, 567 b…水ジェットノズル。

【書類名】 図面

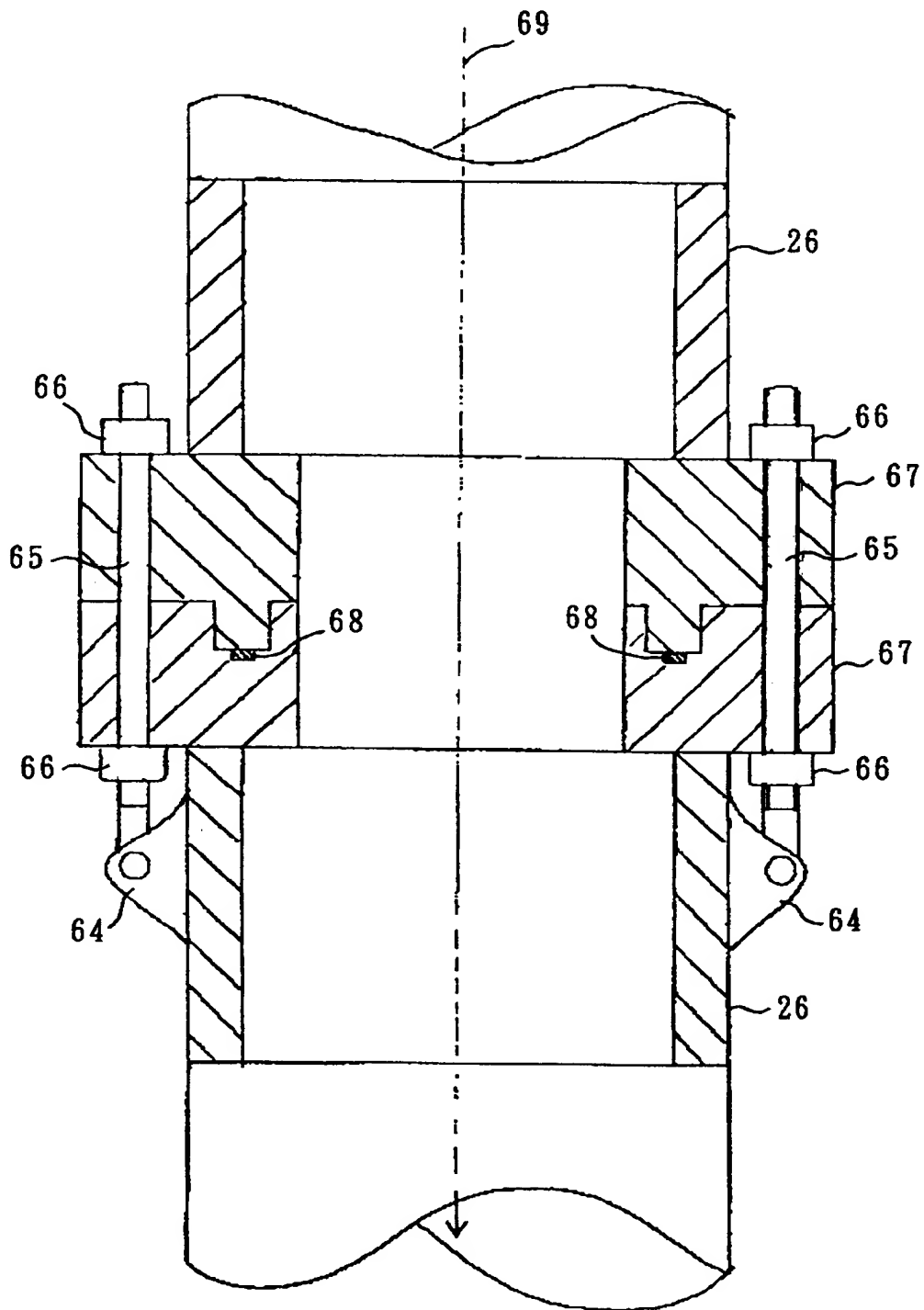
【図1】



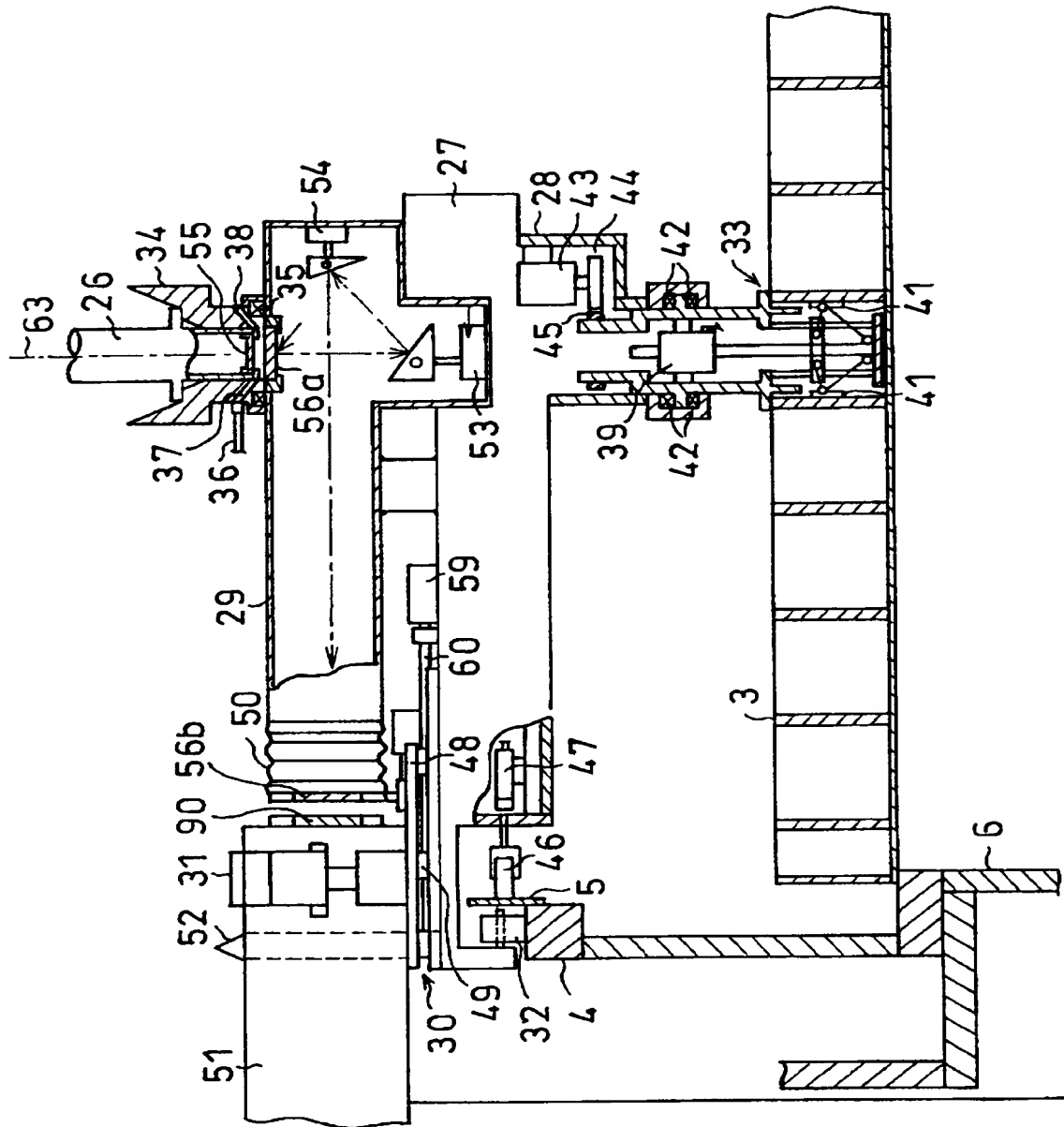
【図2】



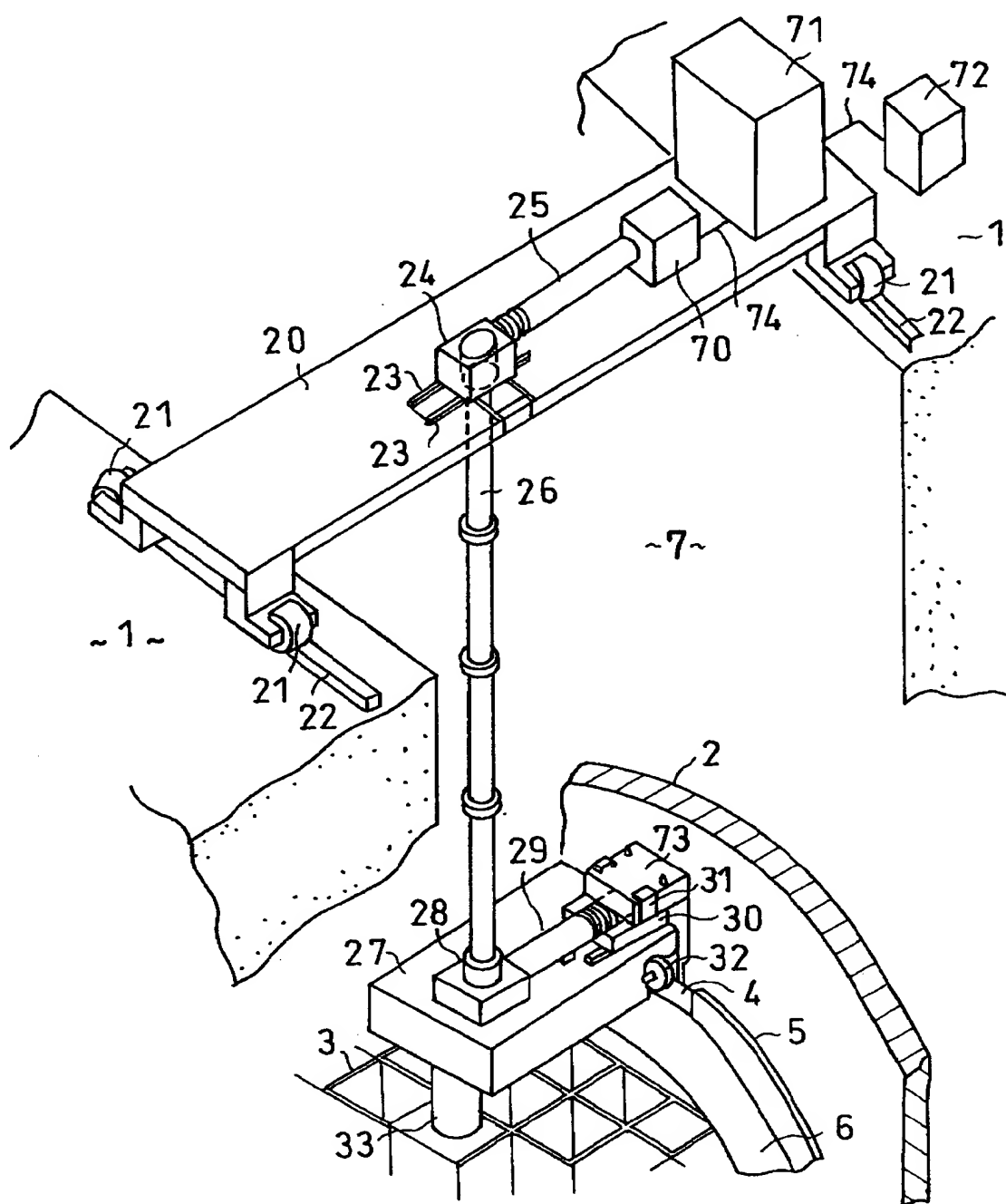
【図3】



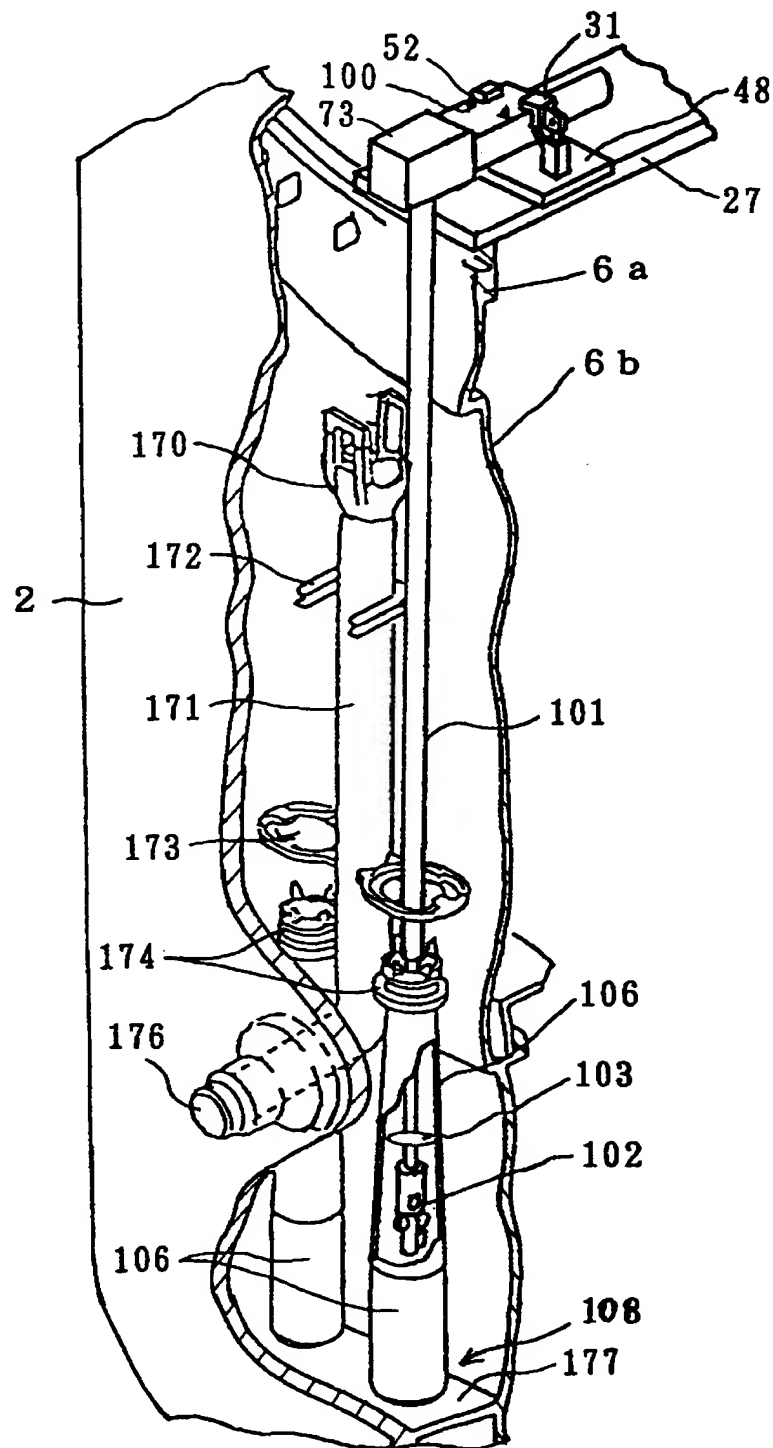
【図4】



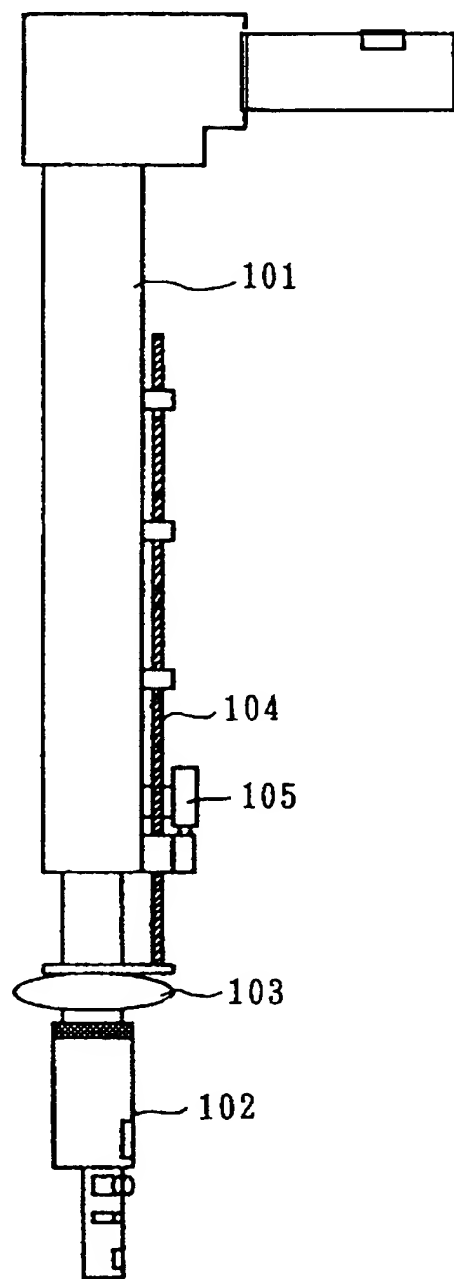
【図5】



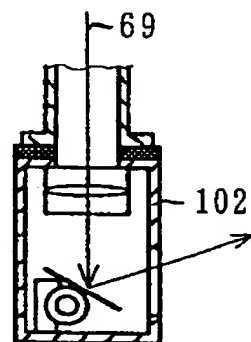
【図6】



【図7】

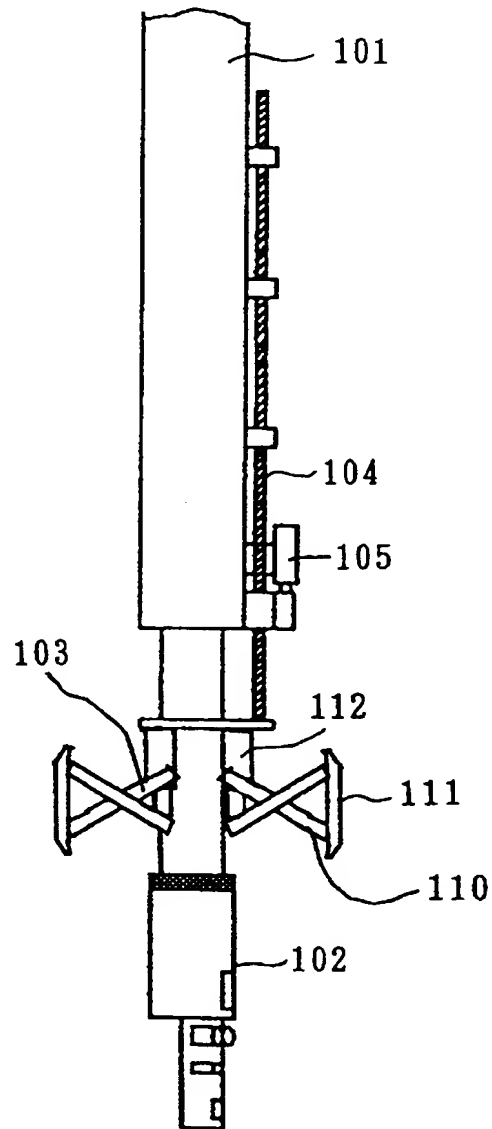


(a)

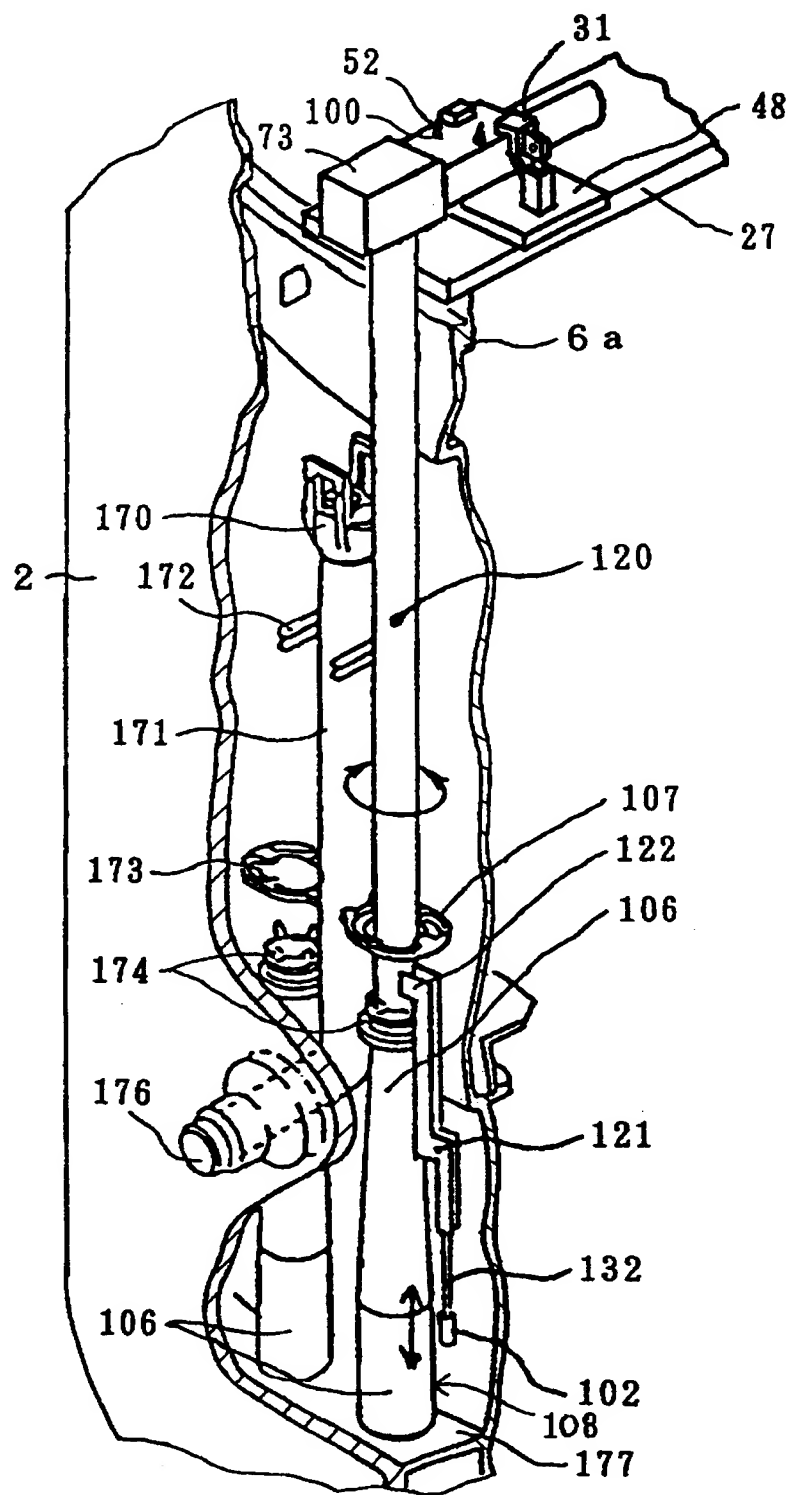


(b)

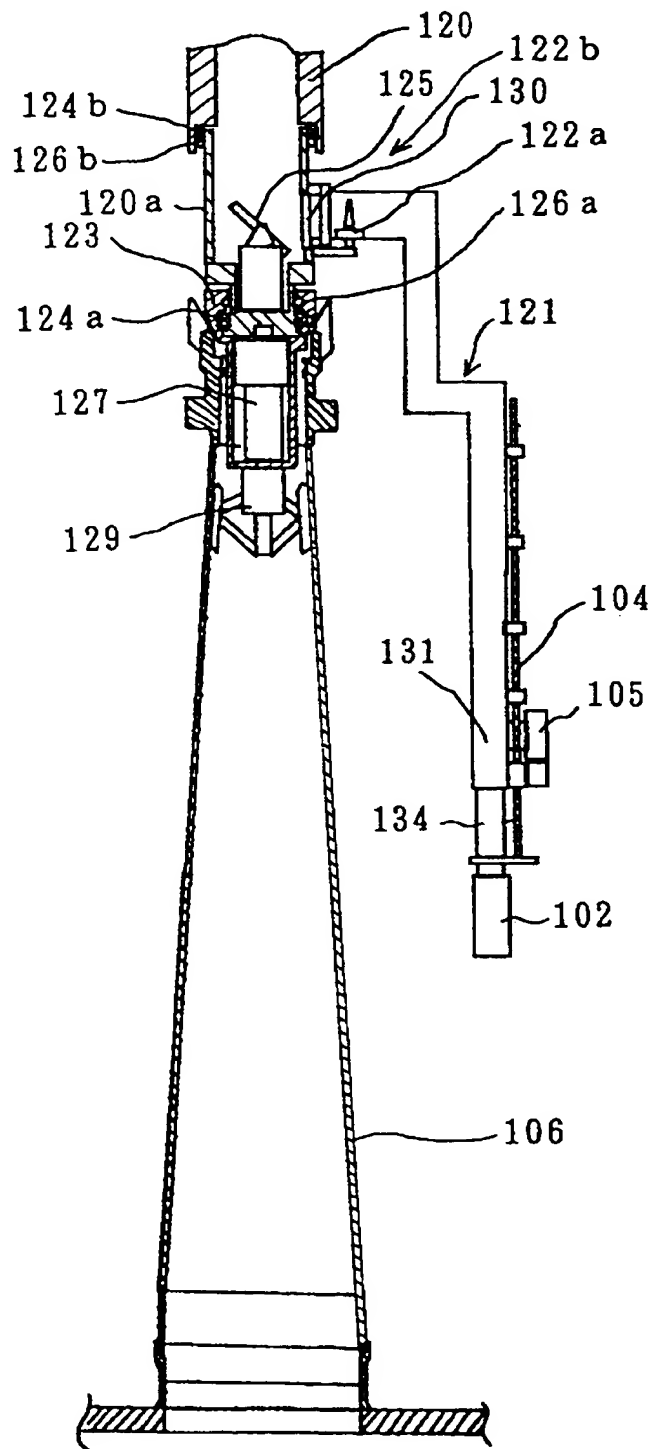
【図8】



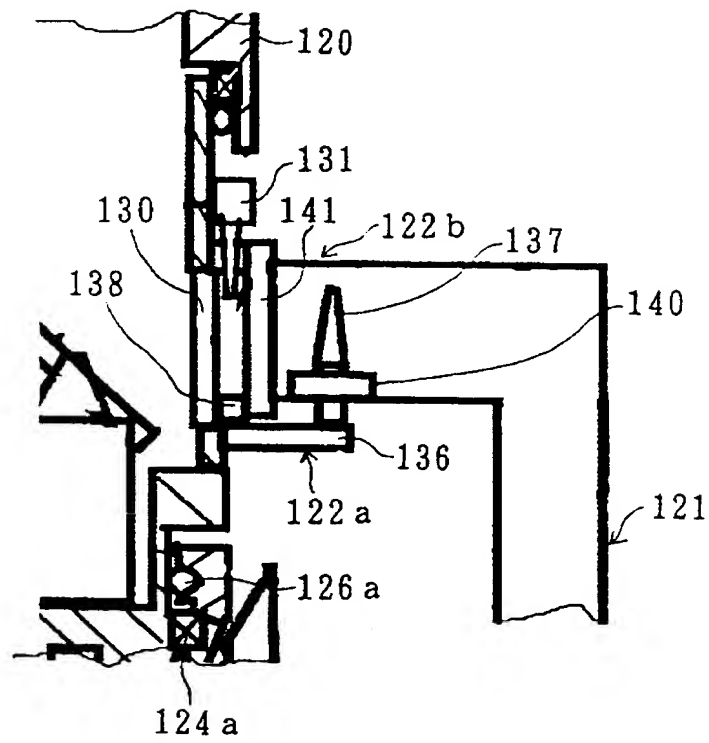
【図9】



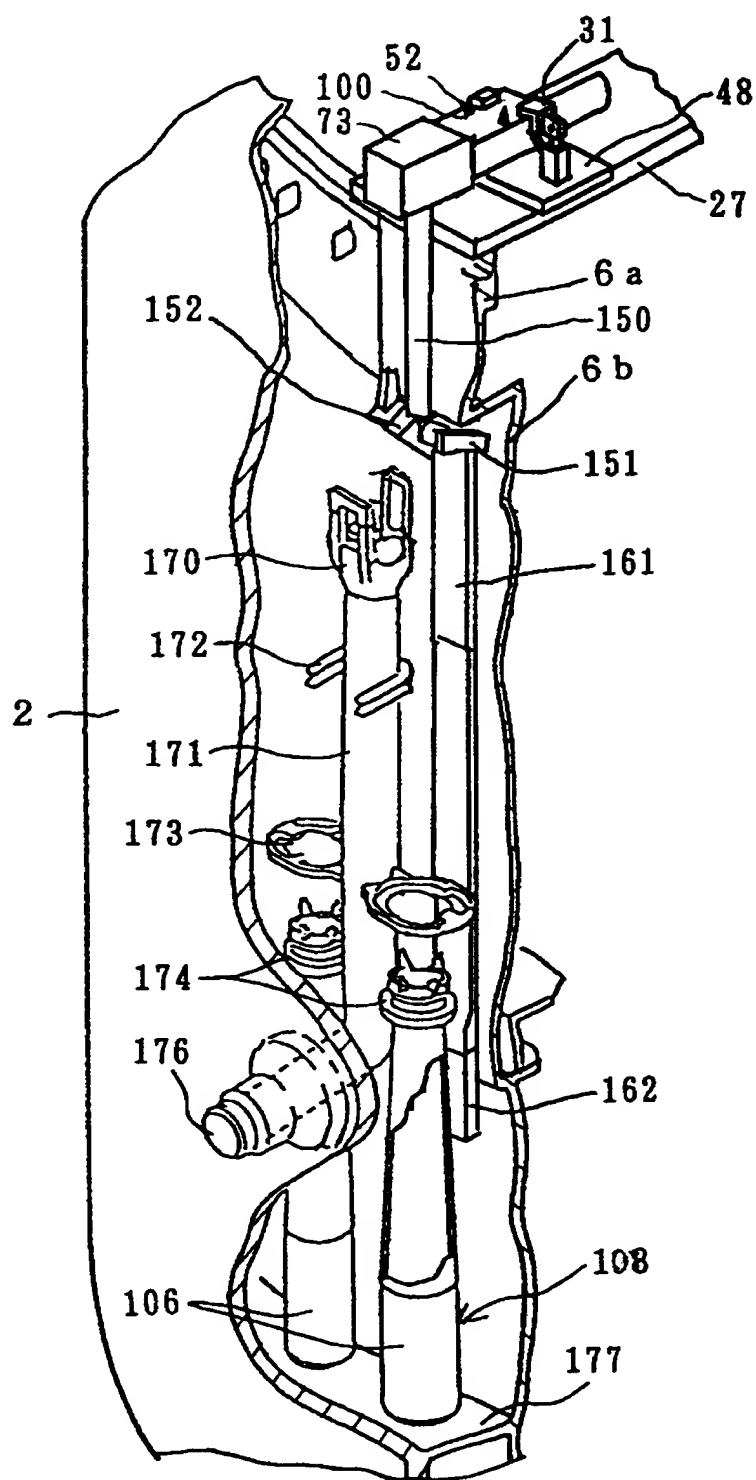
【図10】



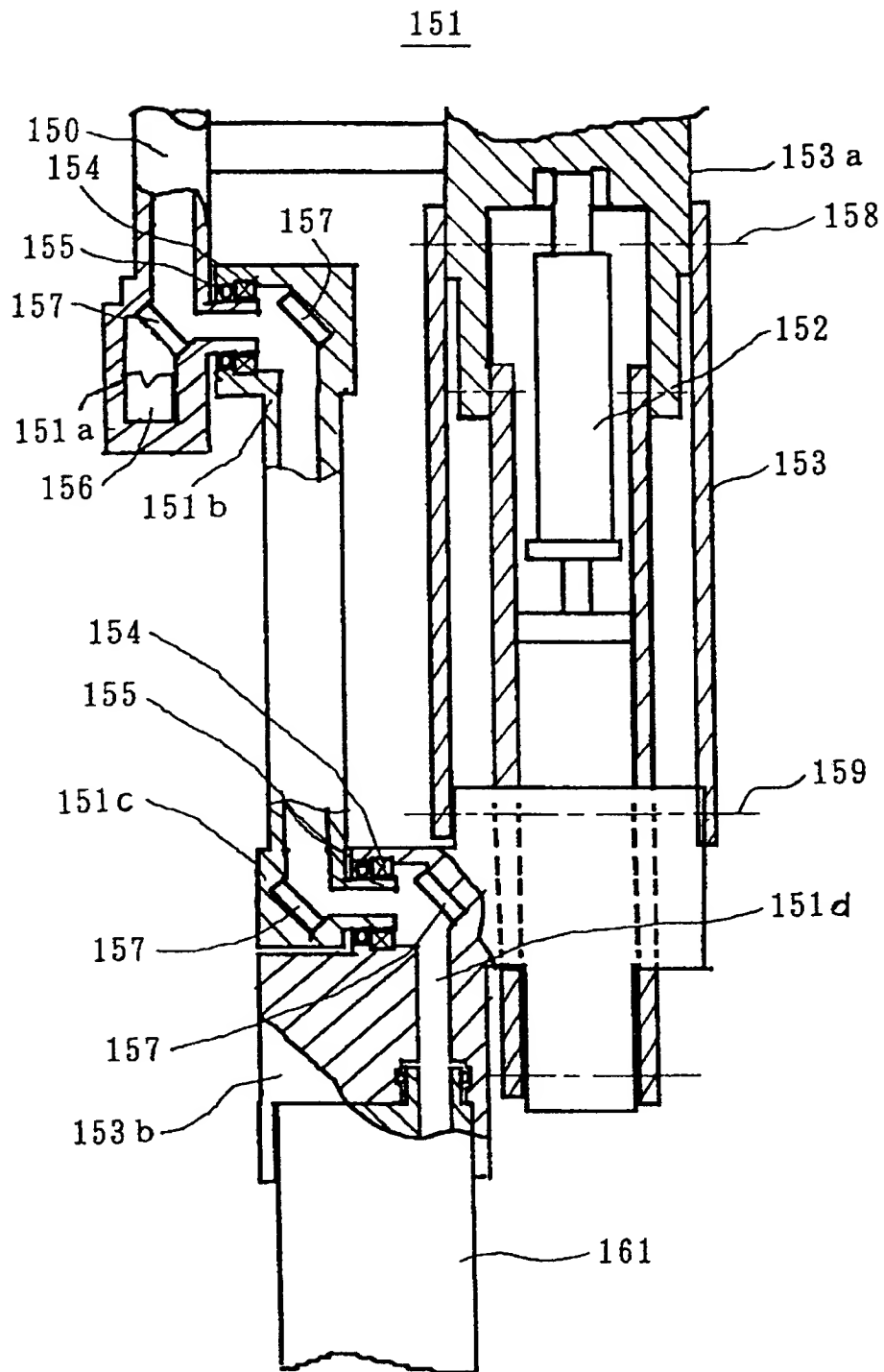
【図 1 1】



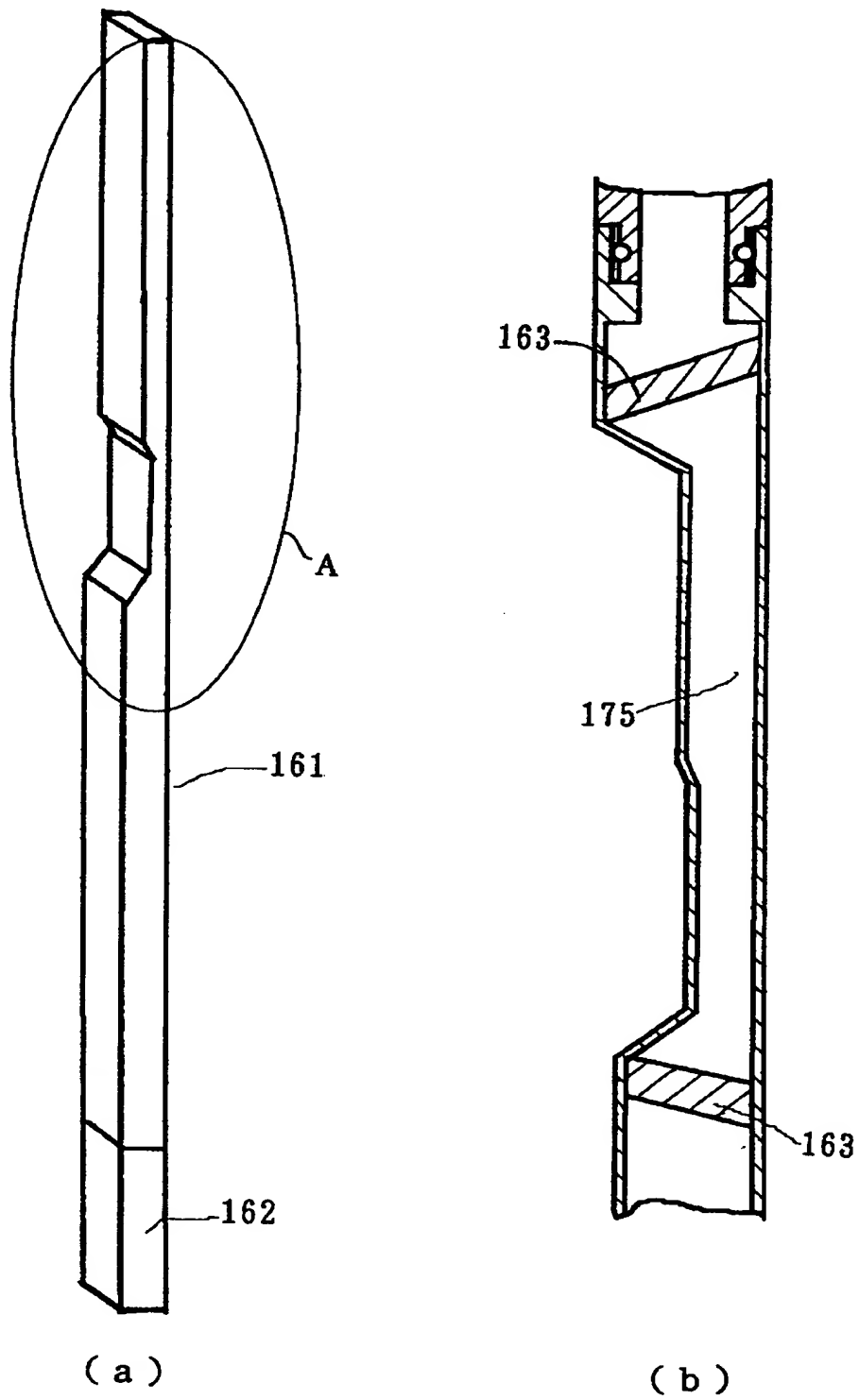
【図12】



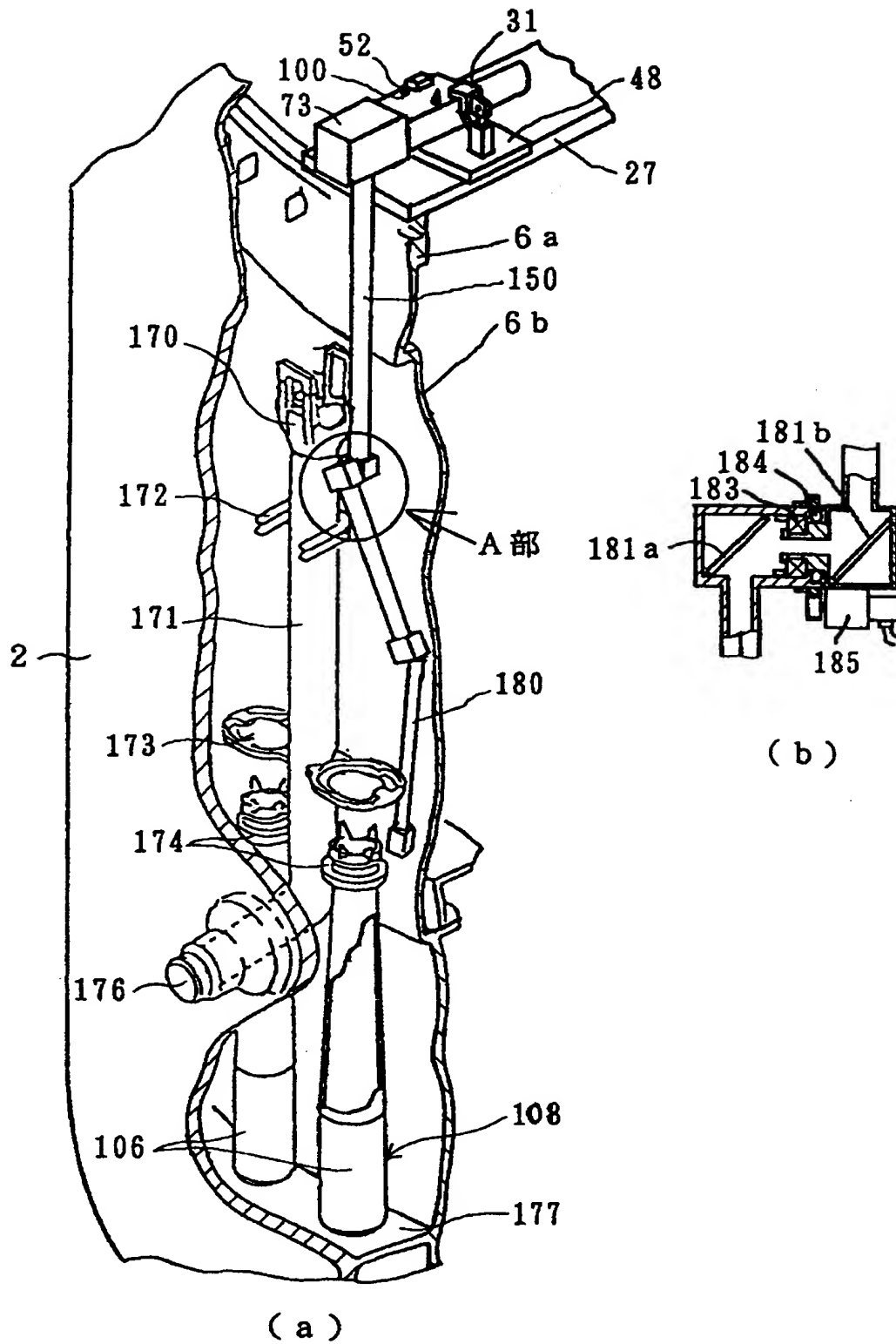
【図13】



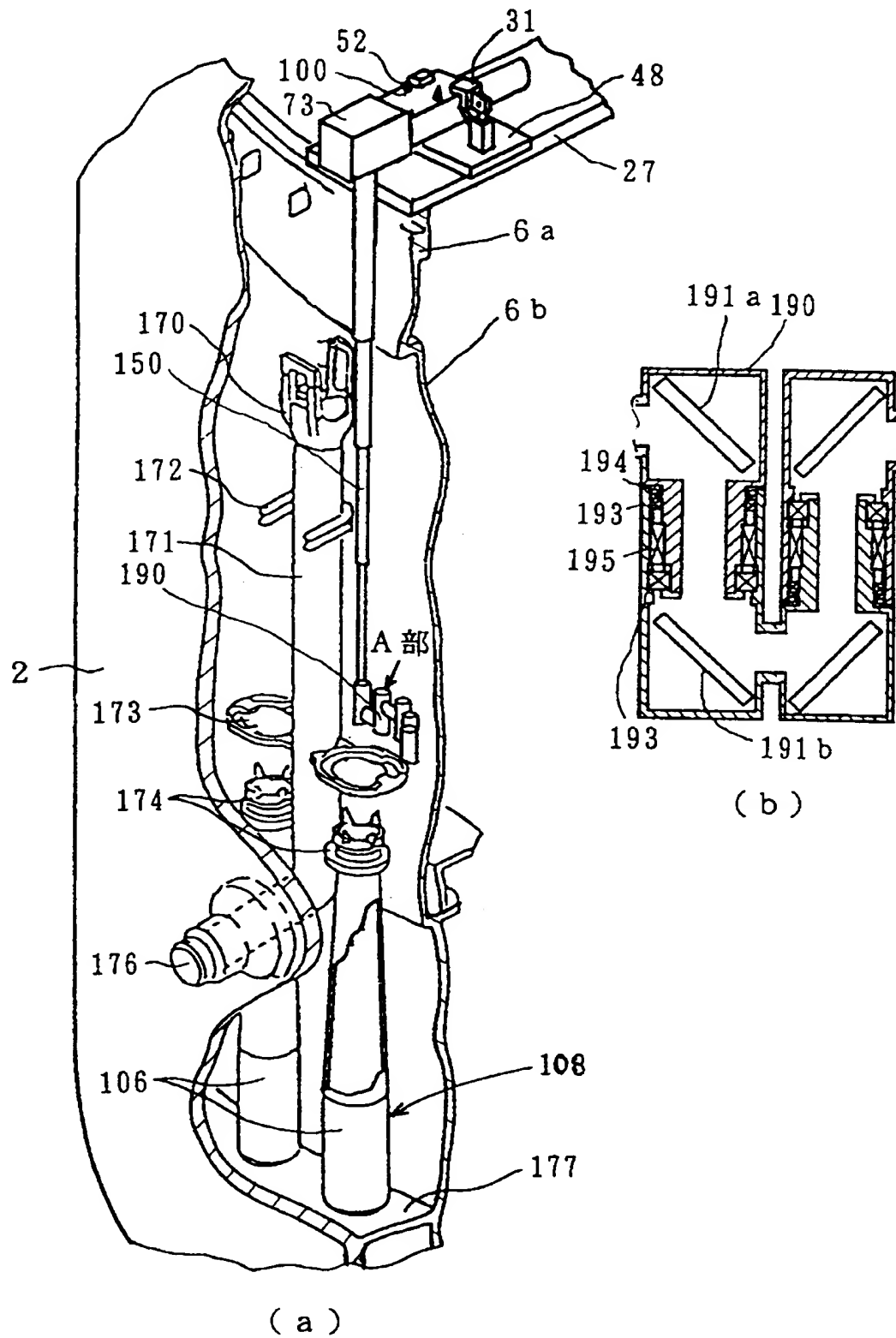
【図 14】



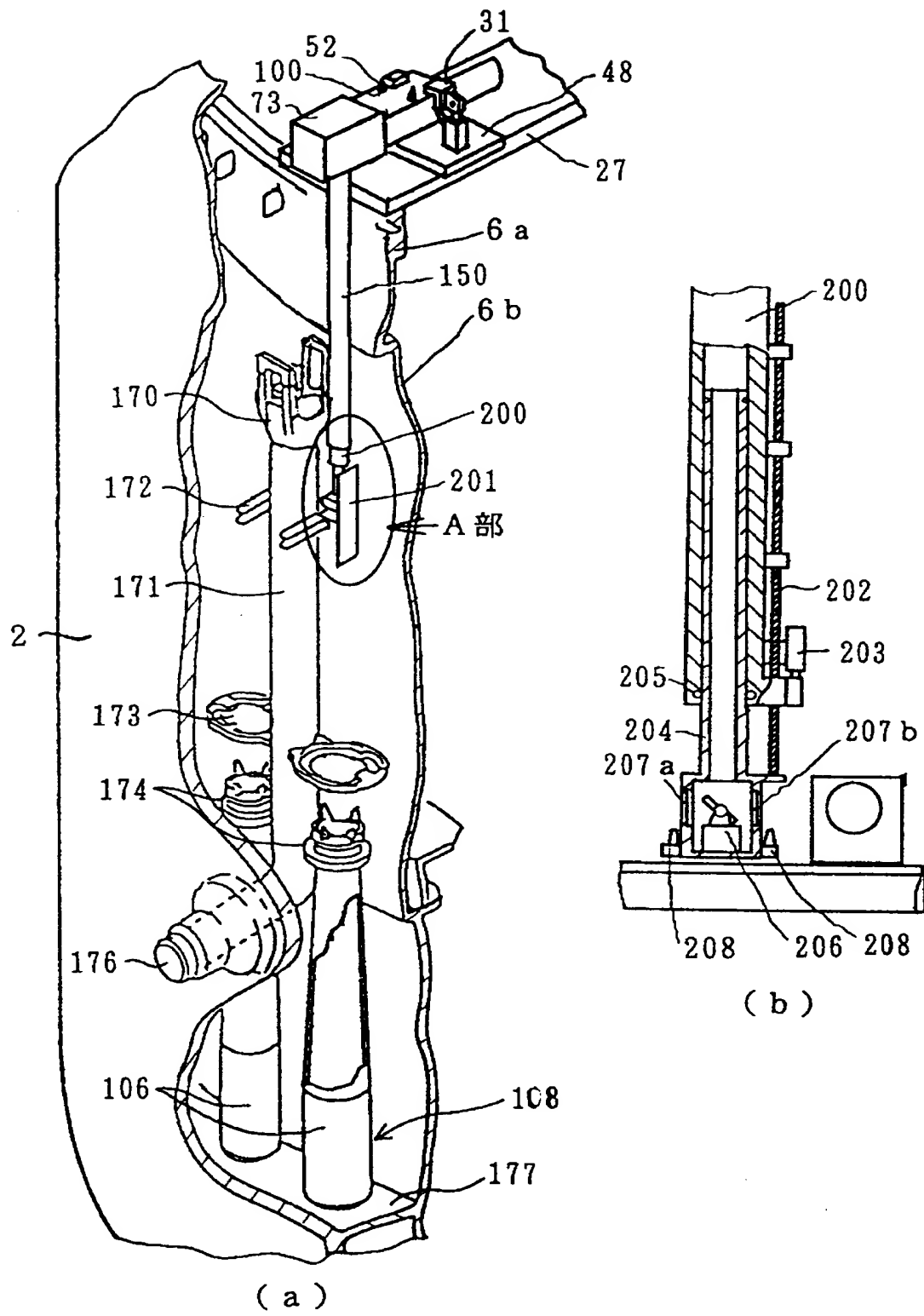
【図15】



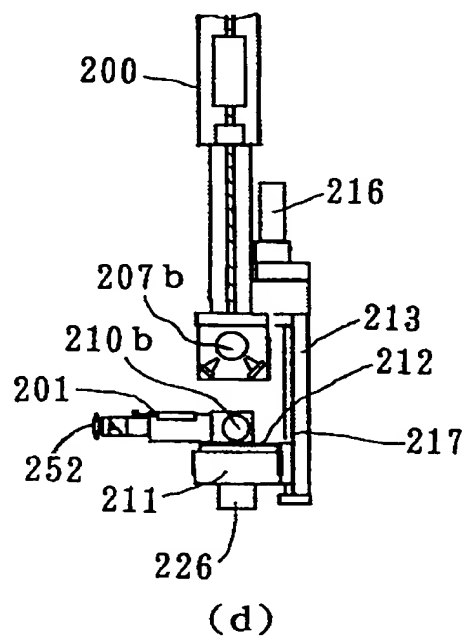
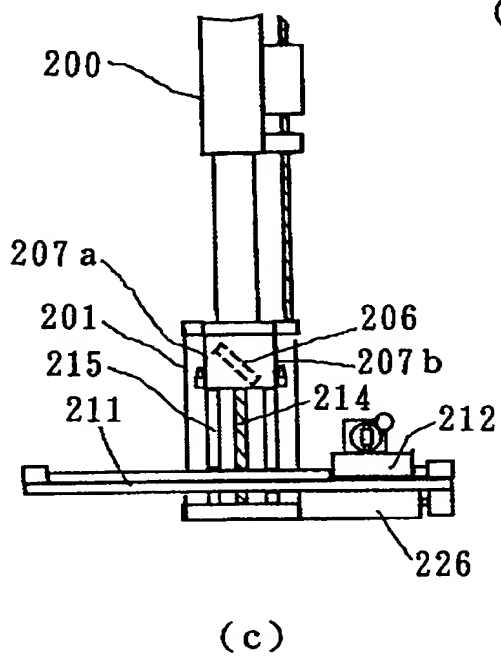
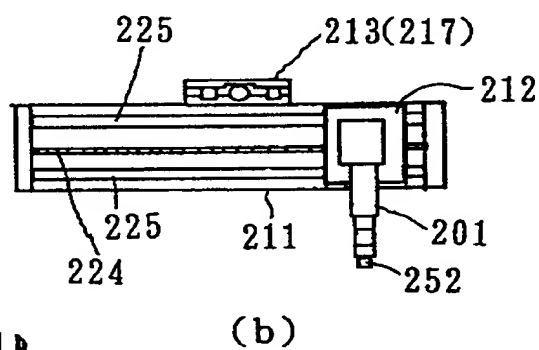
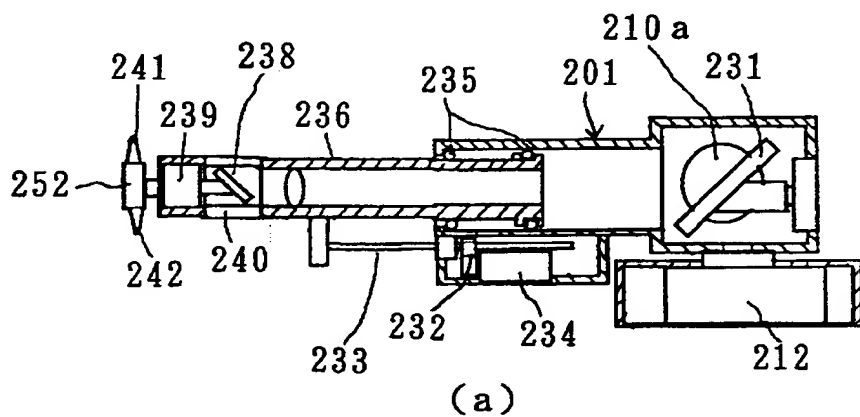
【図16】



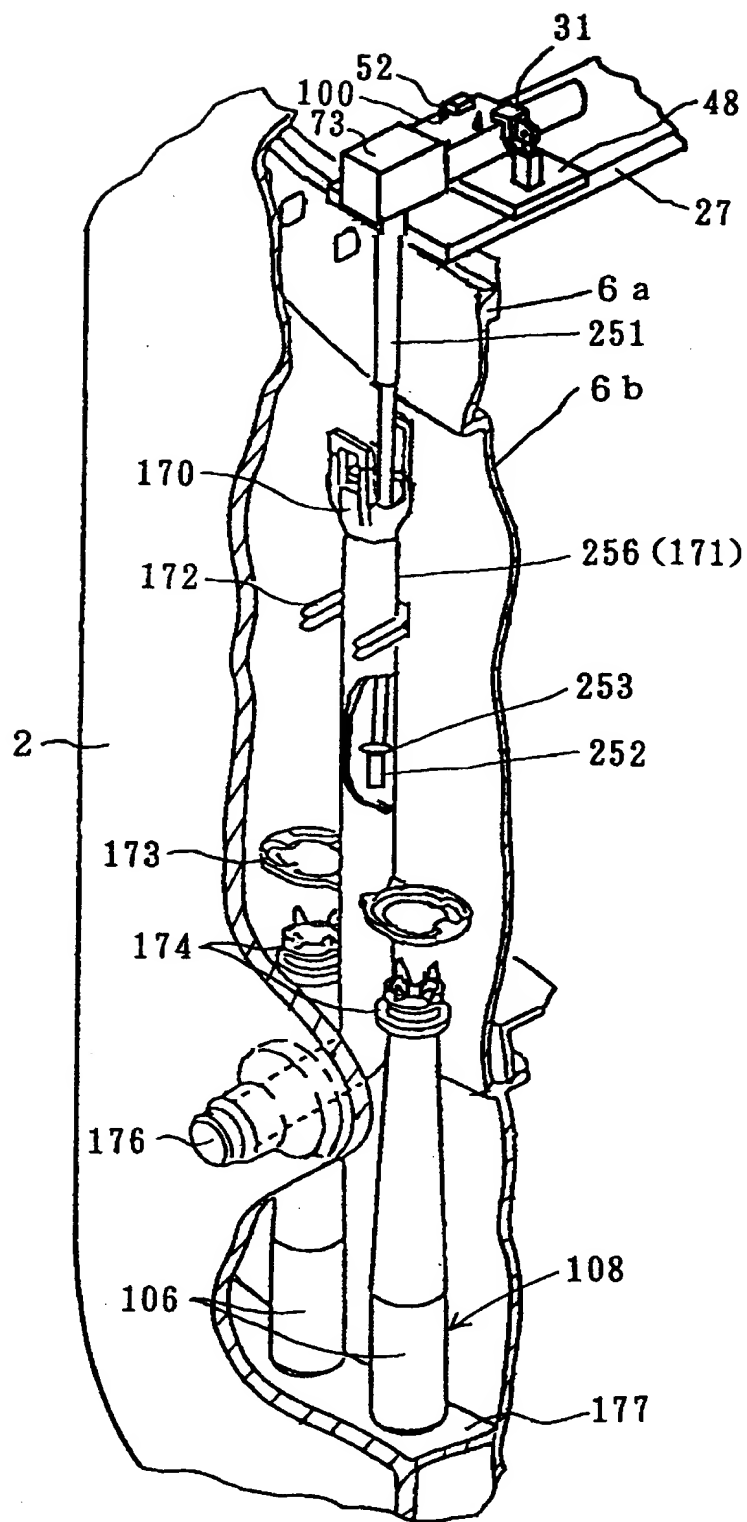
【図17】



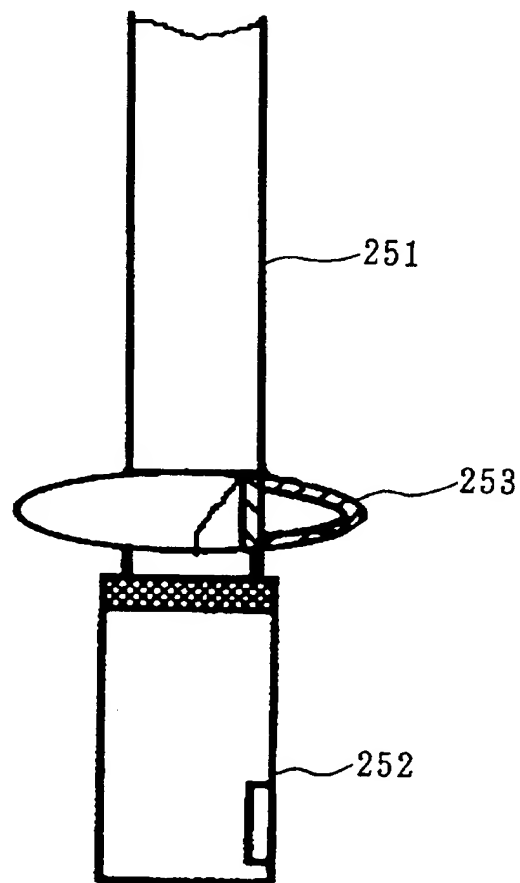
【図18】



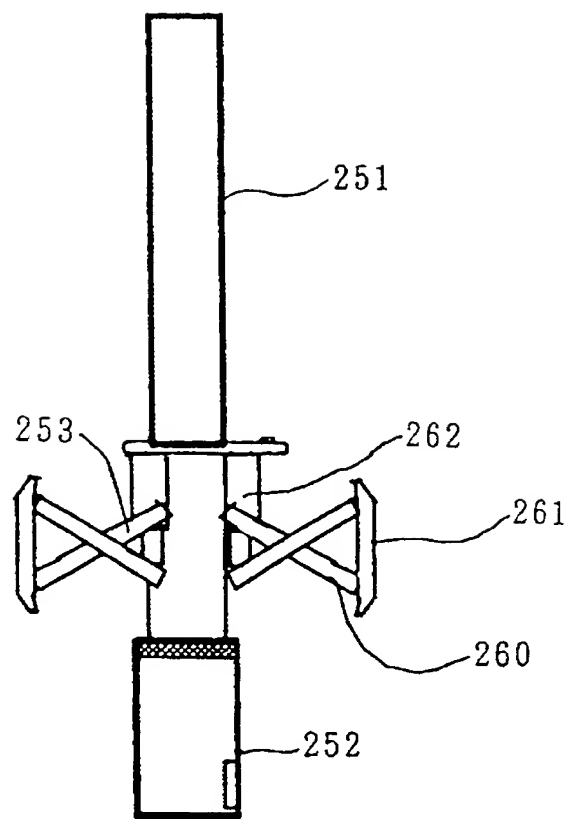
【図19】



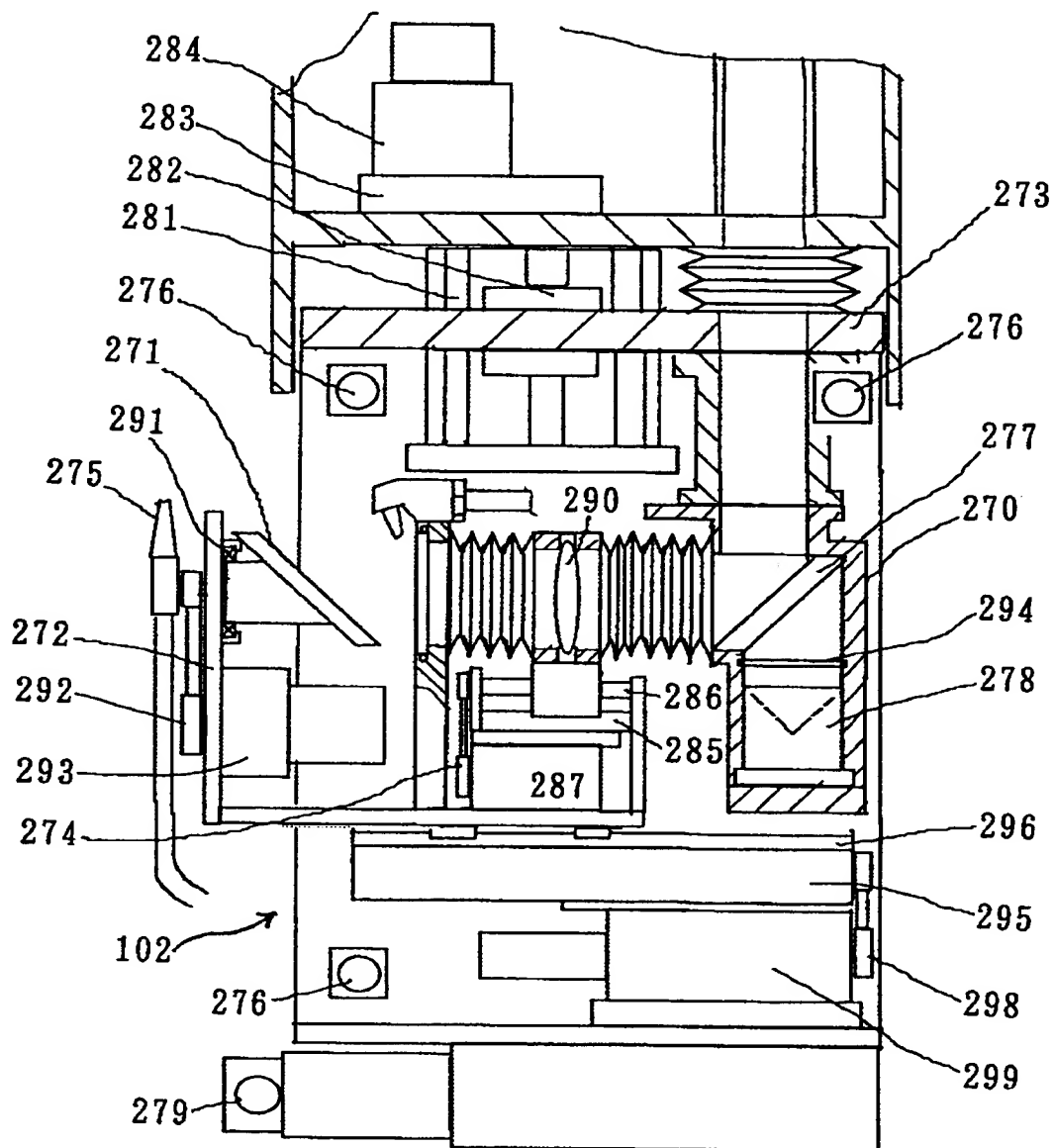
【図20】



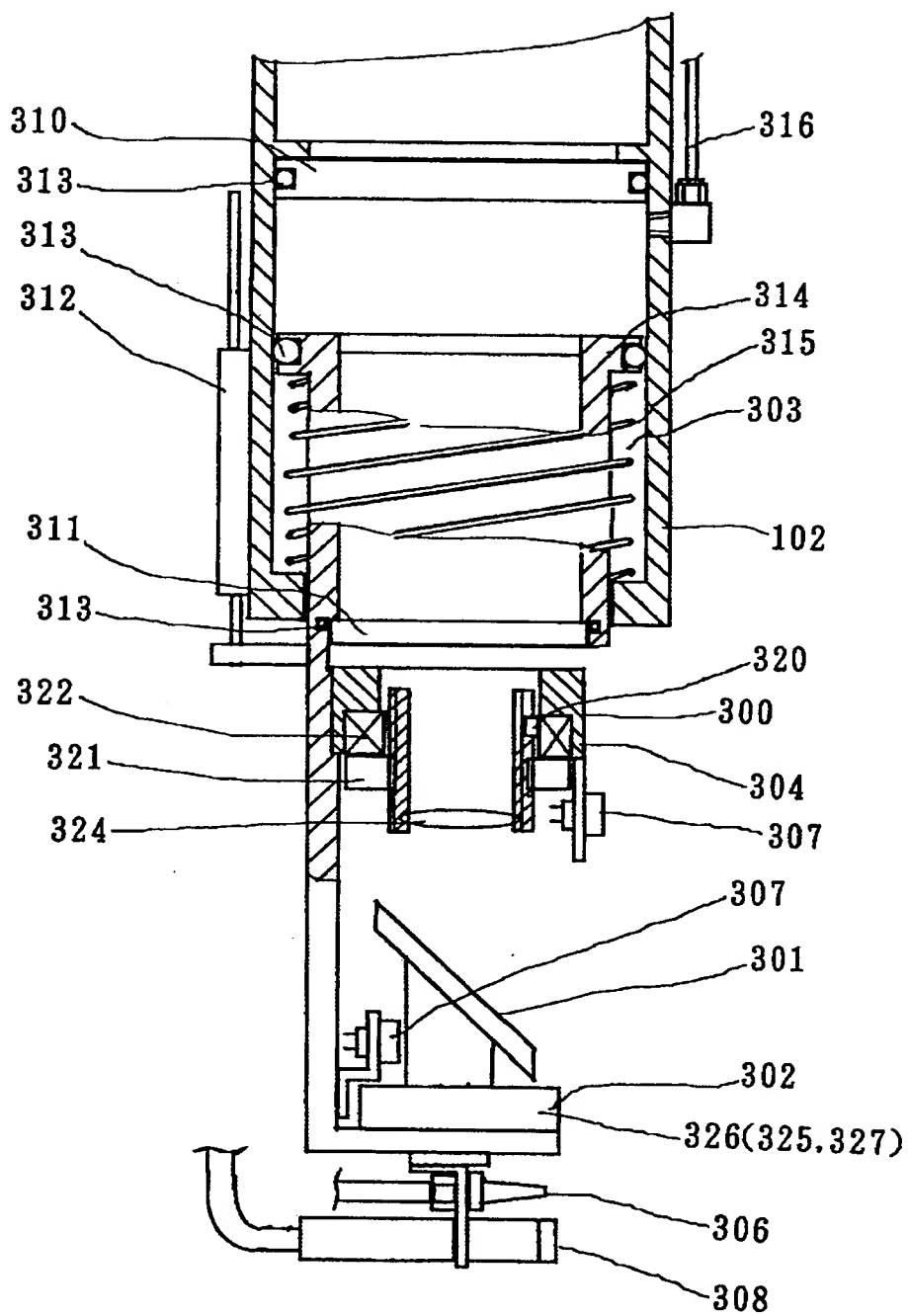
【図 21】



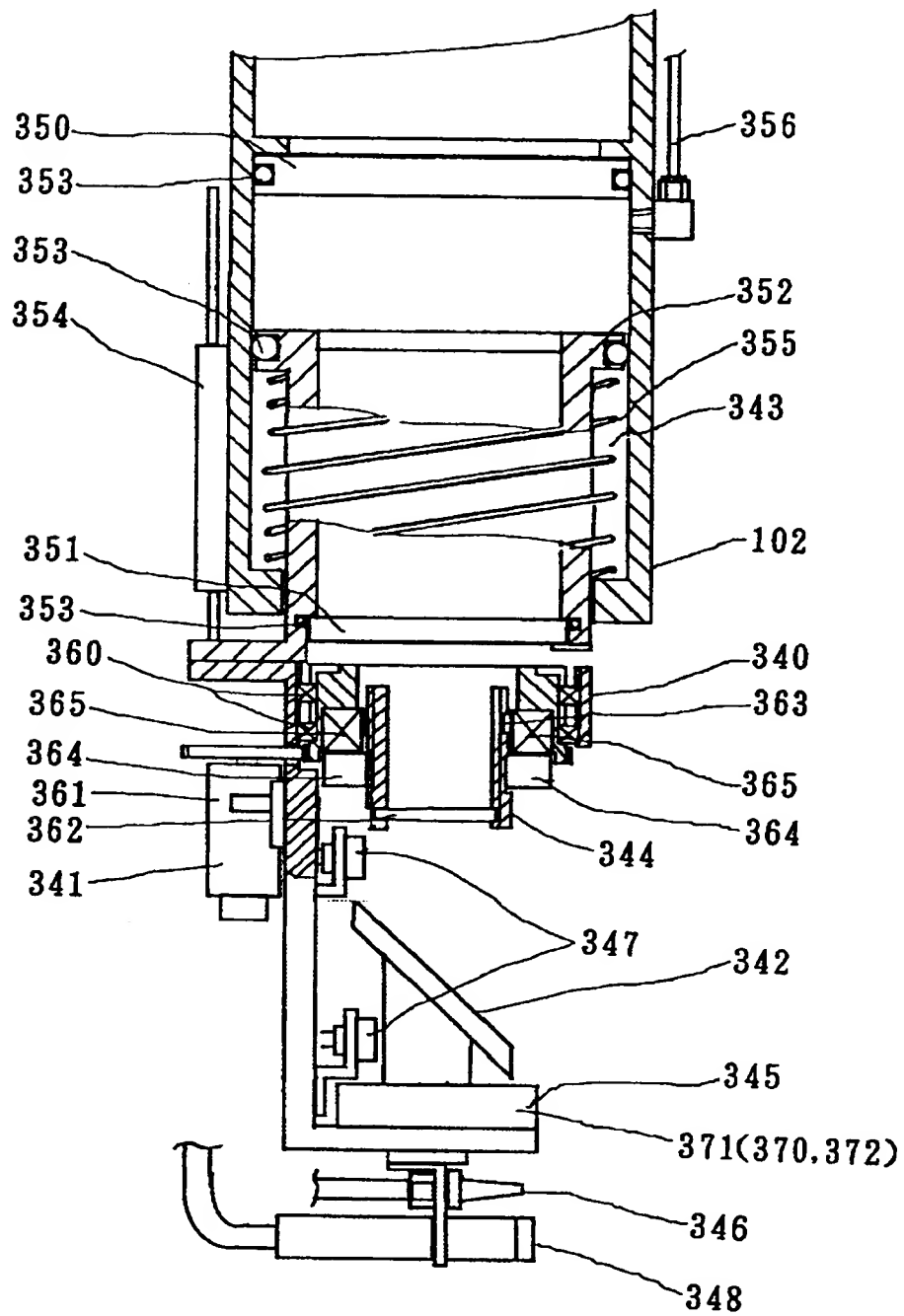
【図 22】



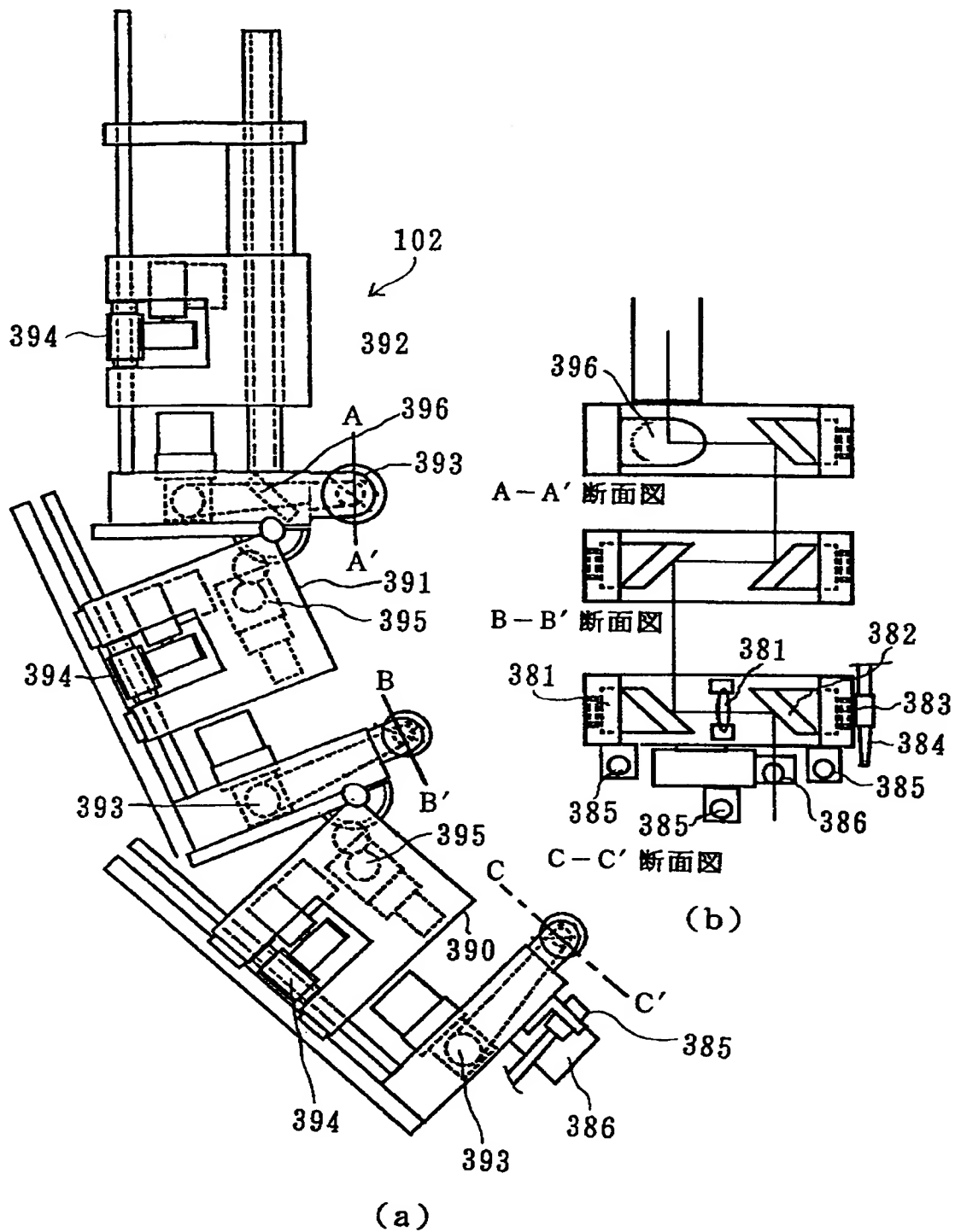
【図23】



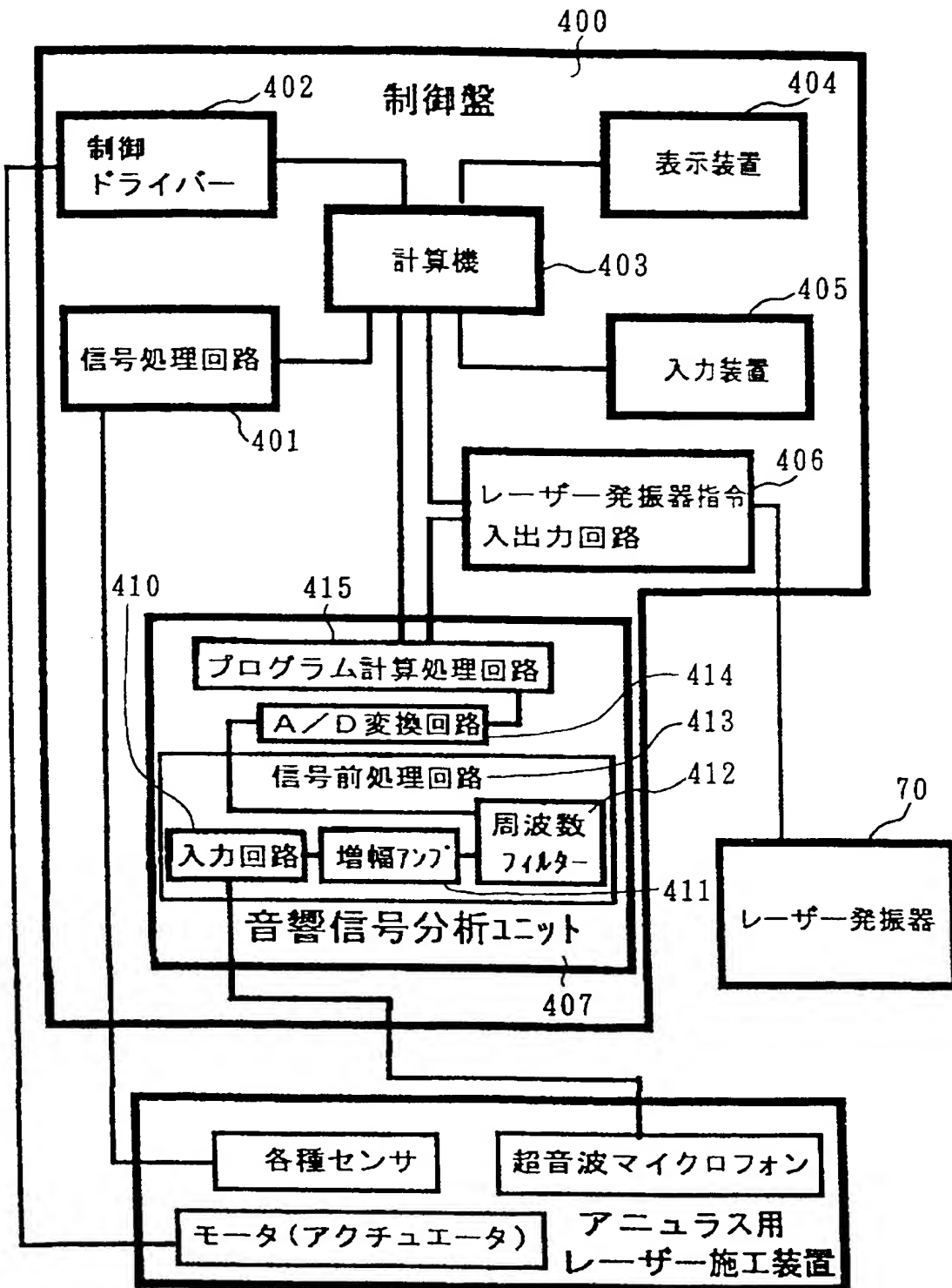
【図 24】



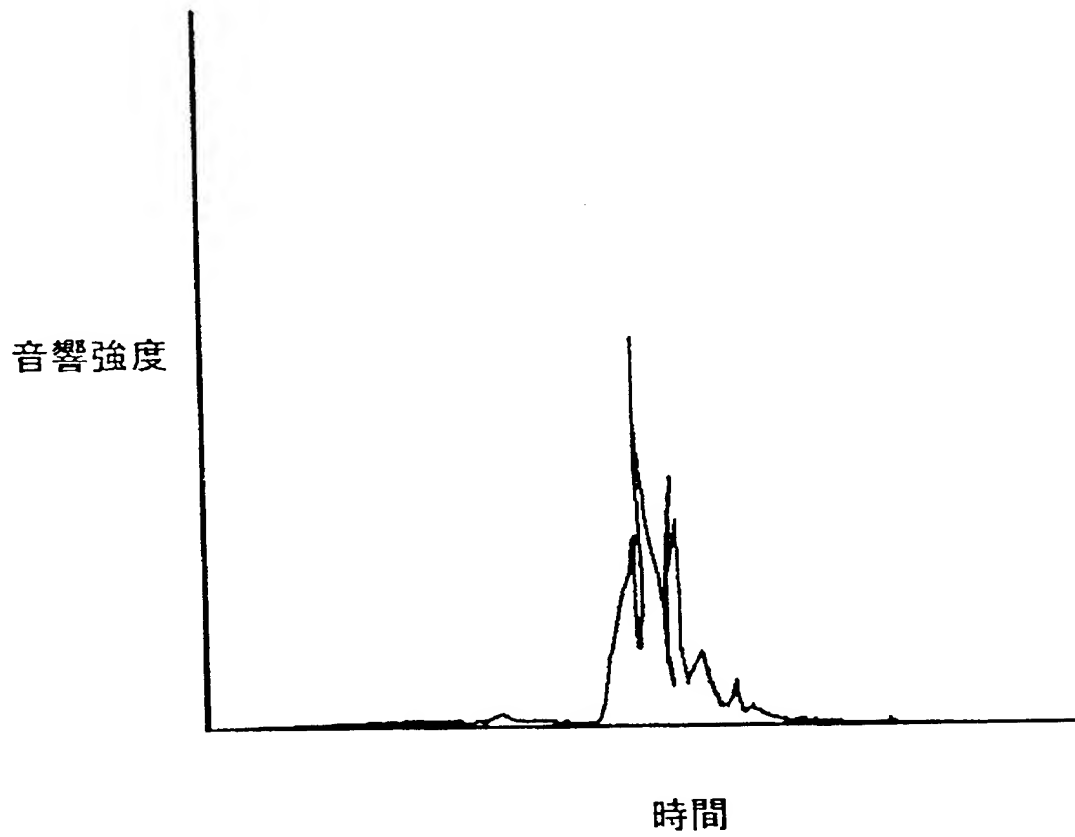
【図25】



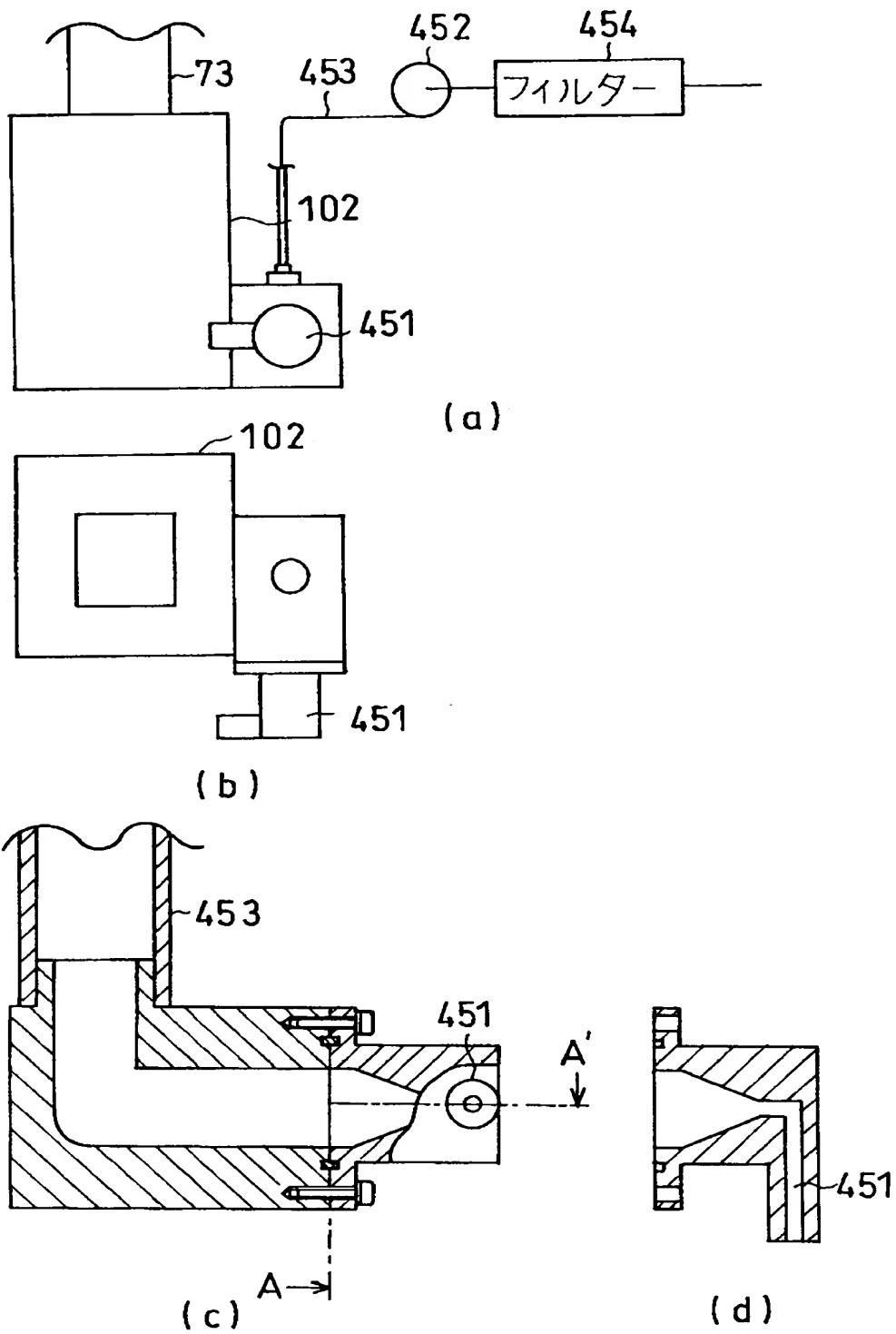
【図26】



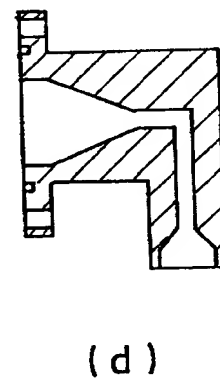
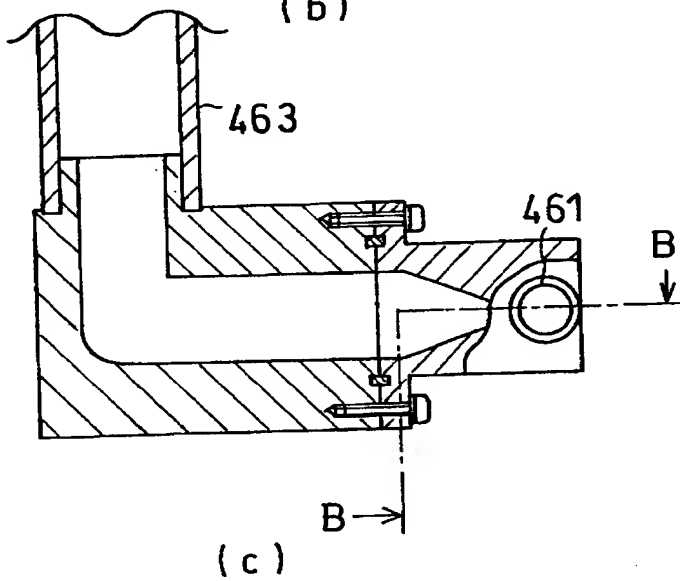
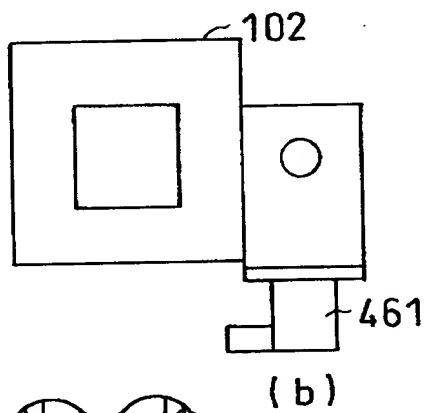
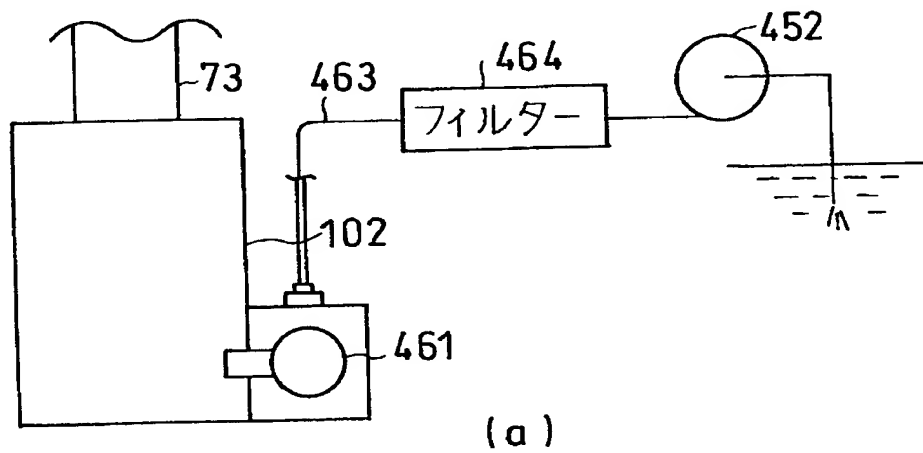
【図27】



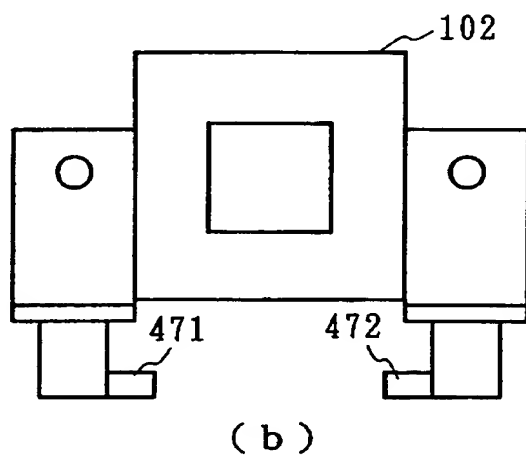
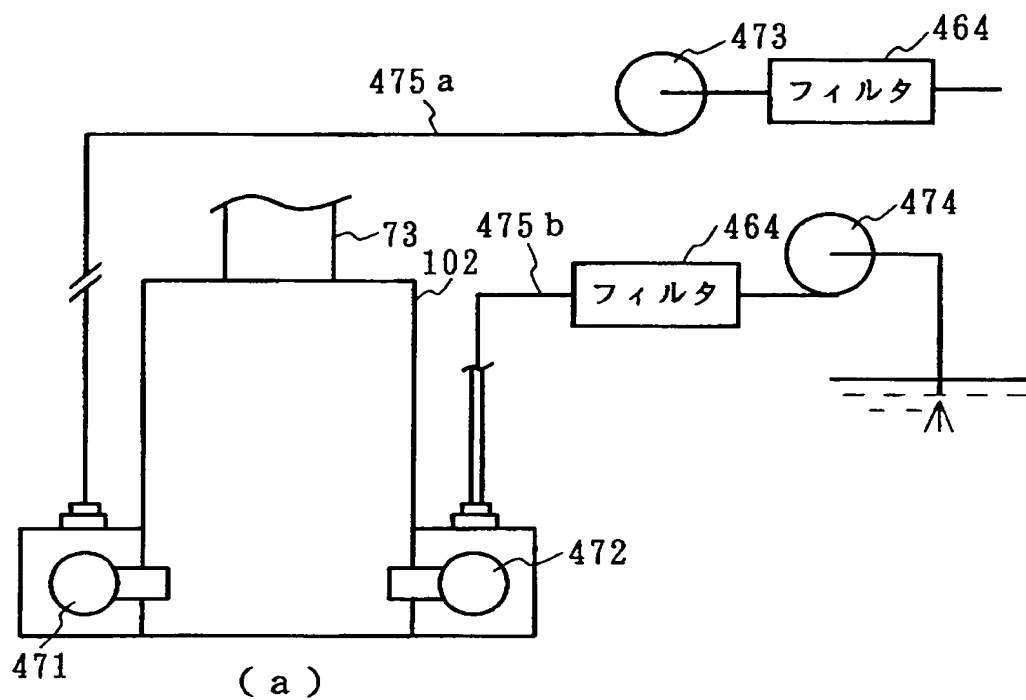
【図28】



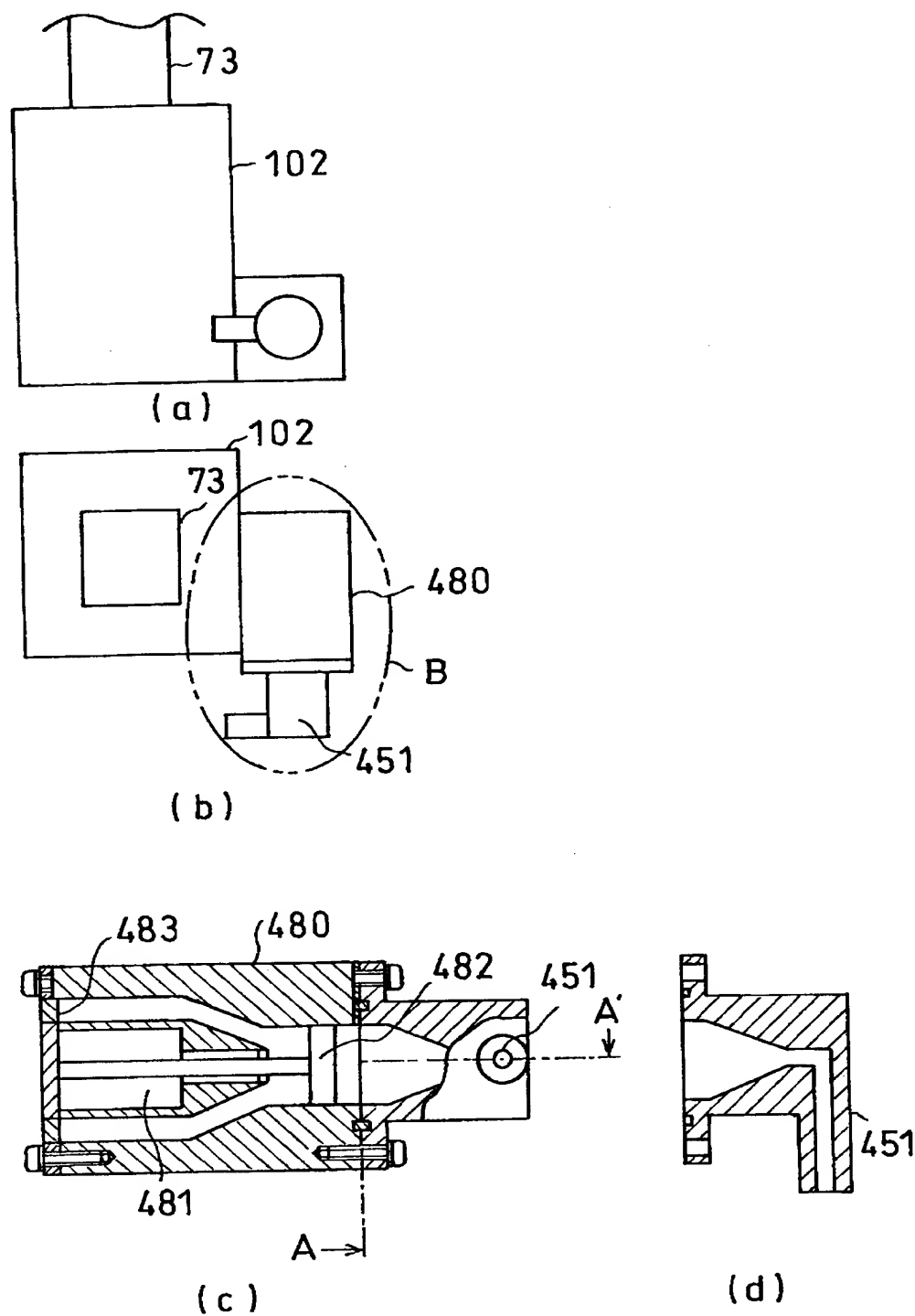
【図29】



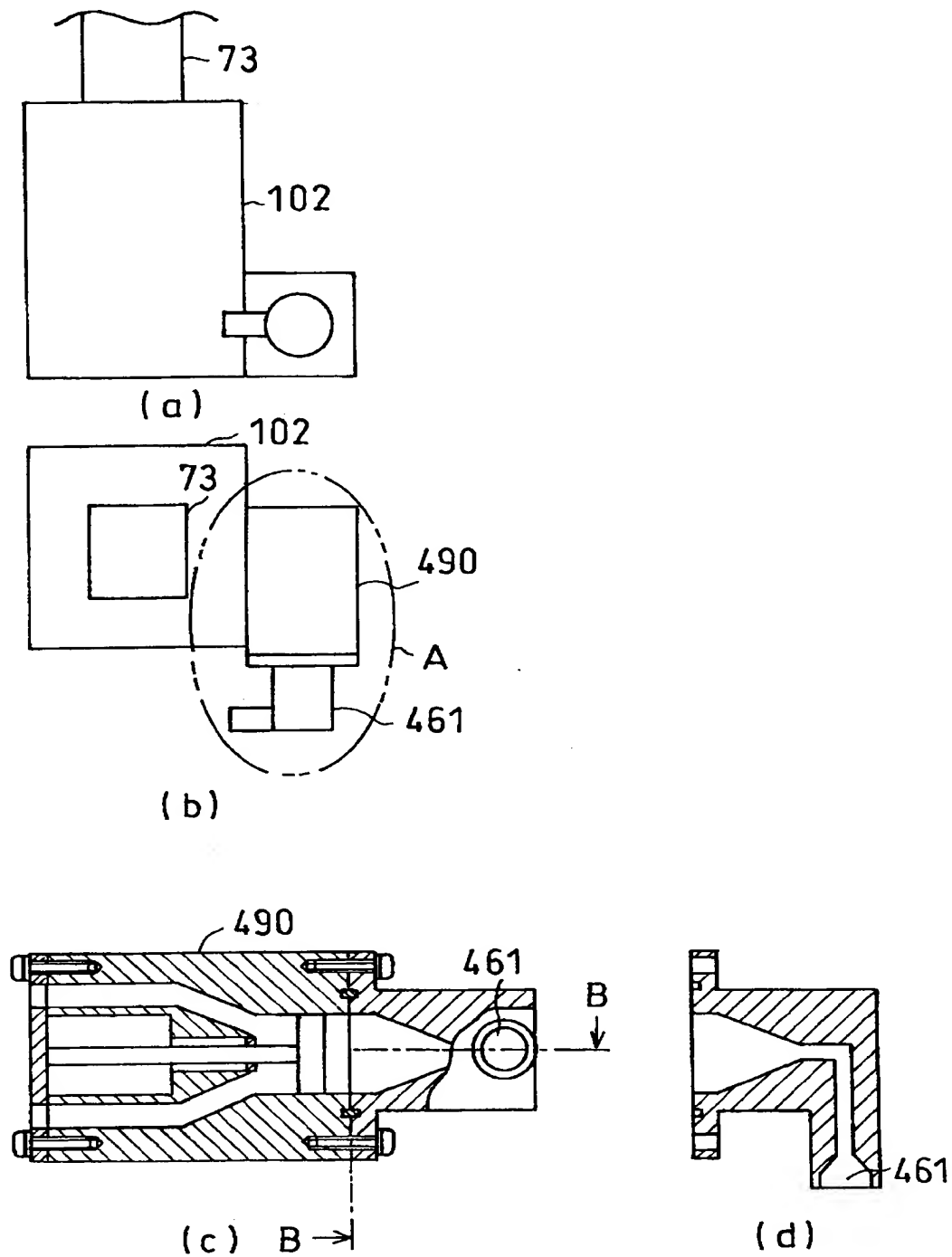
【図30】



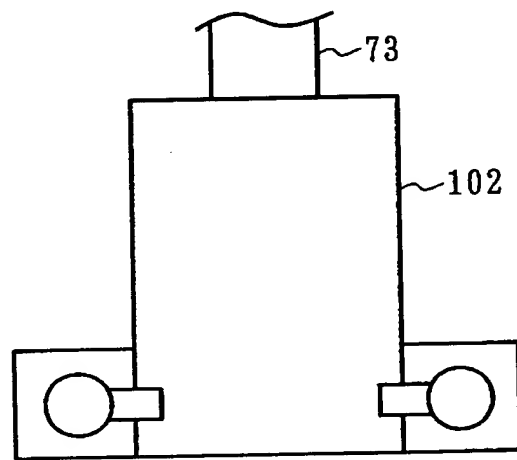
【図31】



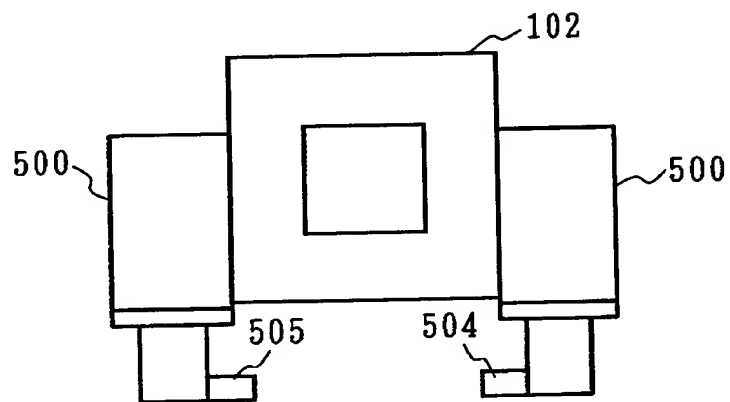
【図32】



【図33】

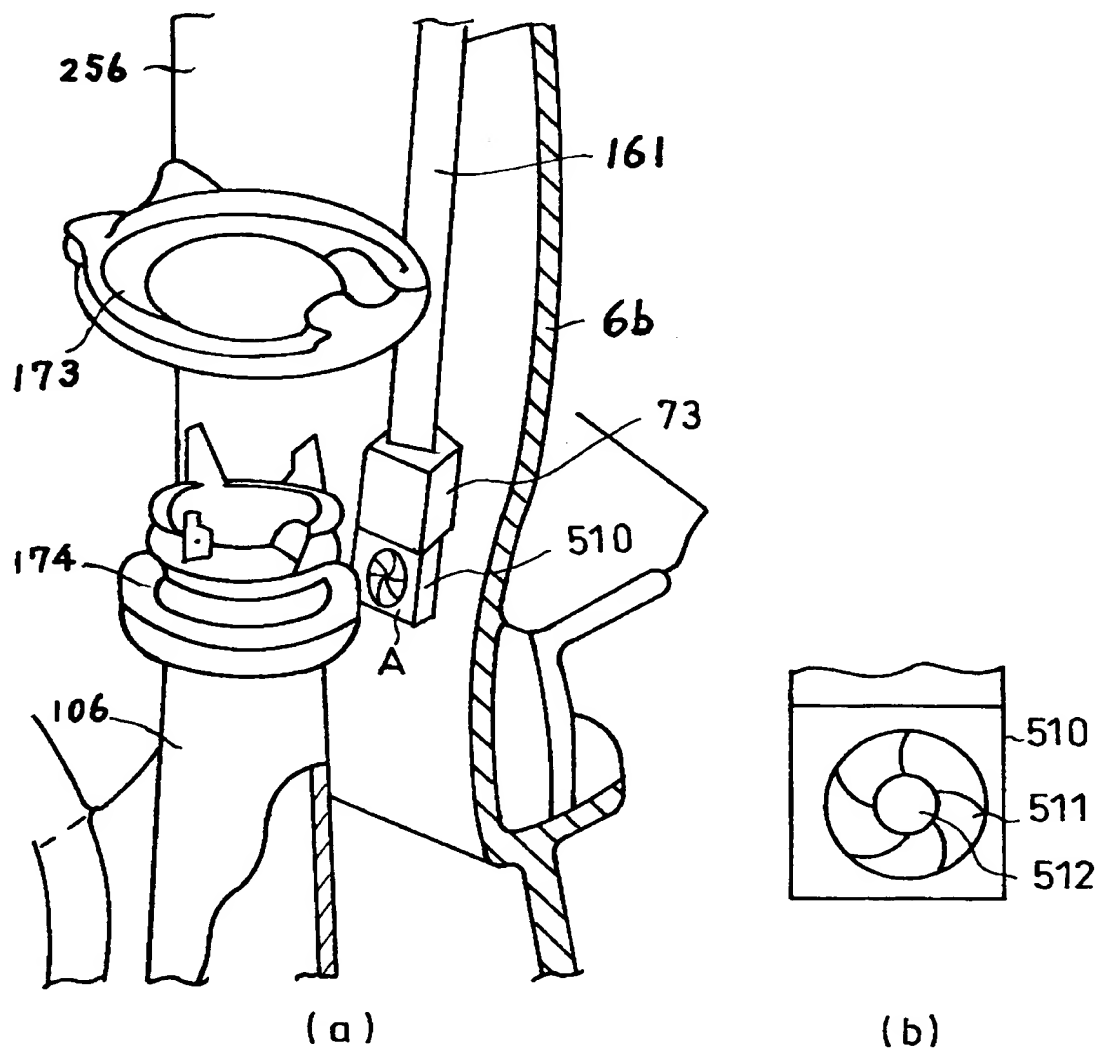


(a)

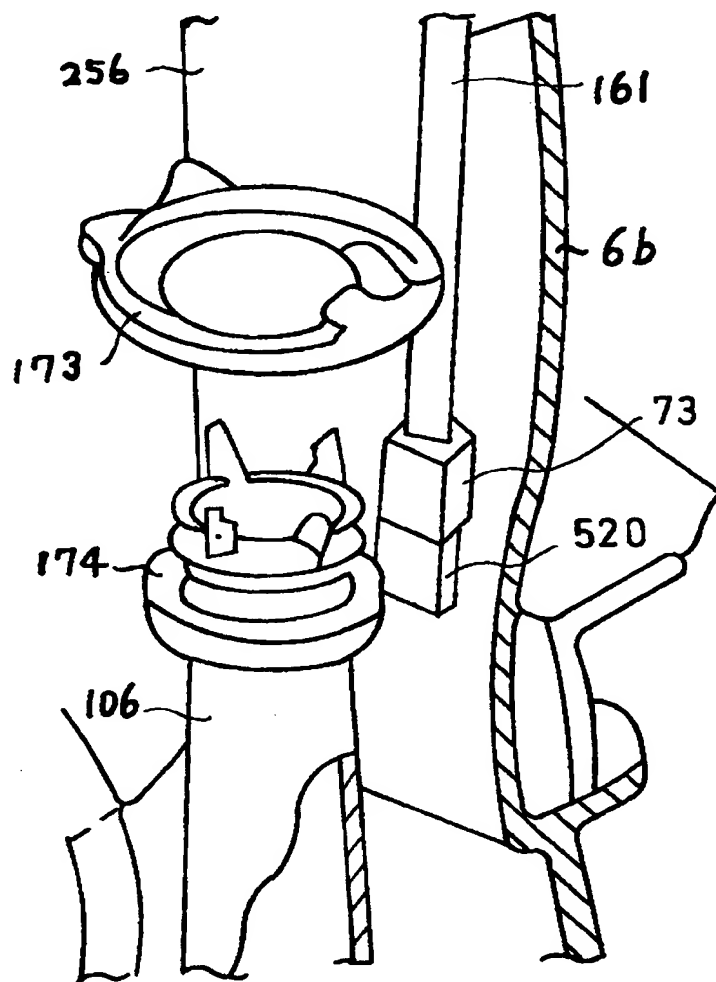


(b)

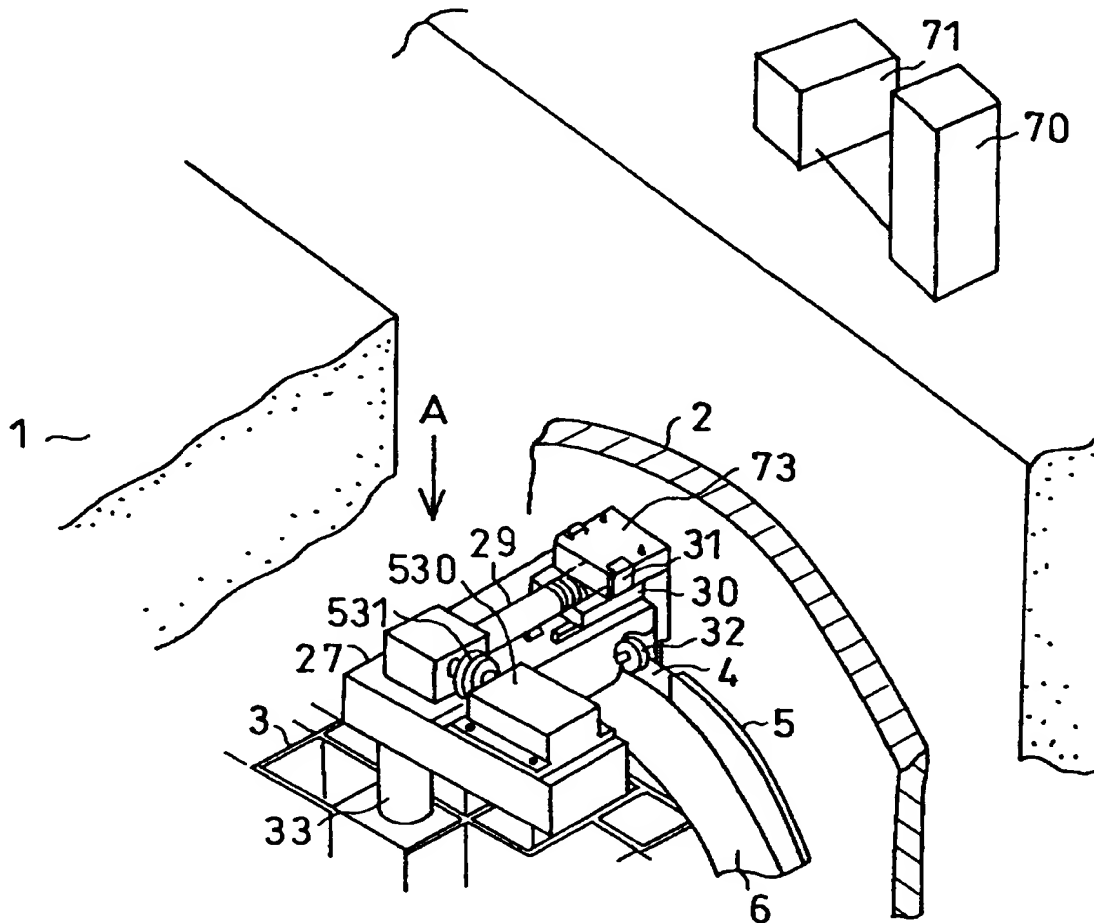
【図34】



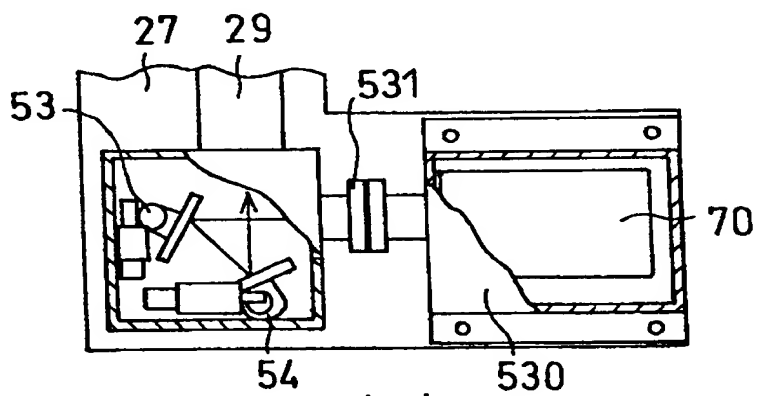
【図35】



【図36】

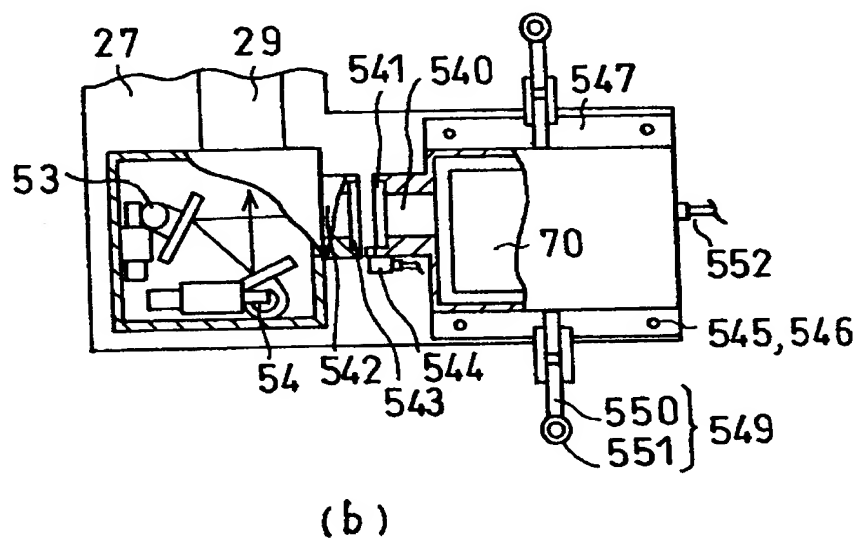
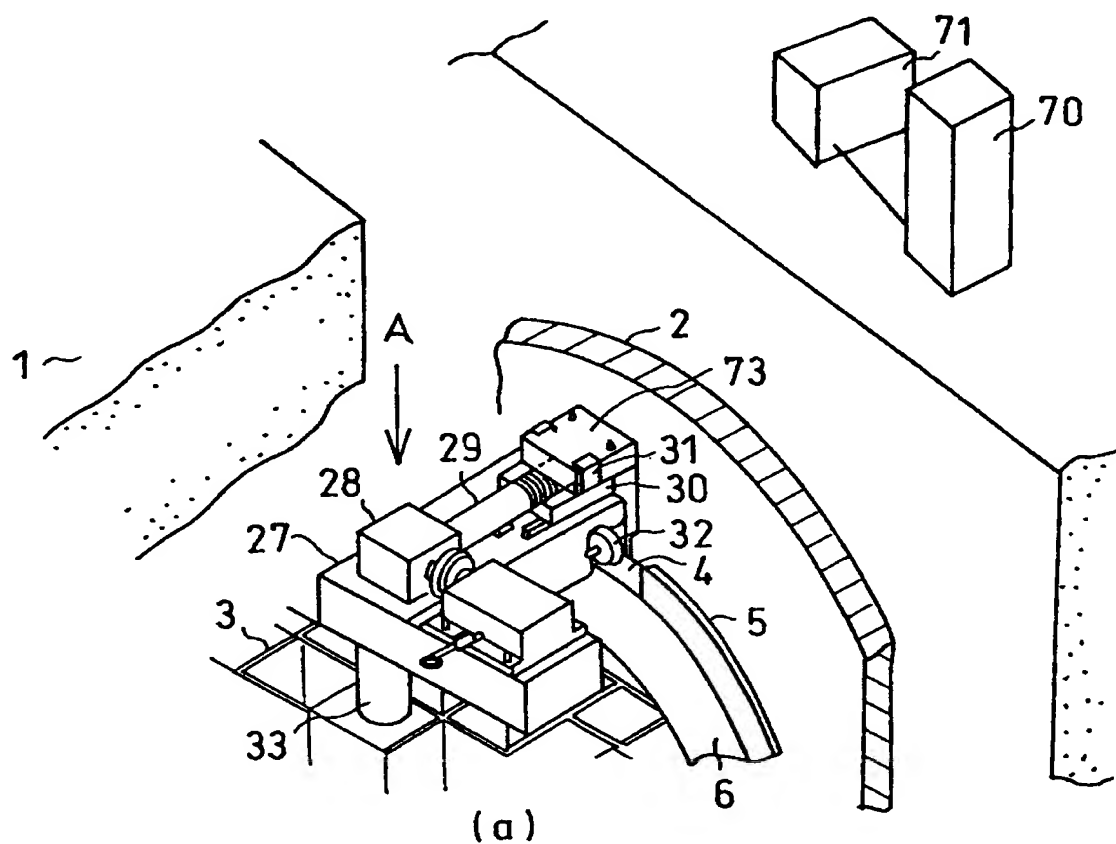


(a)

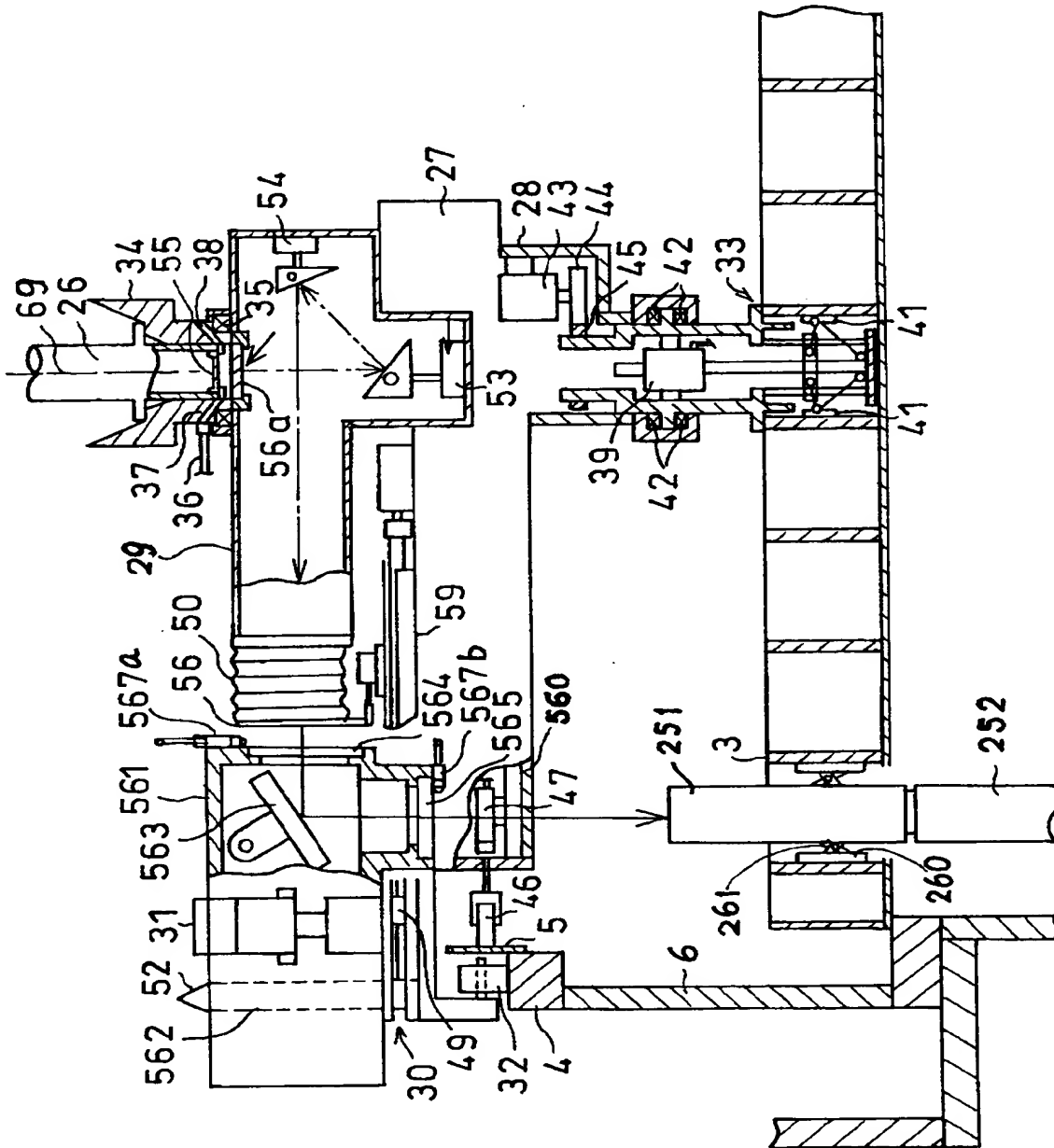


(b)

【図37】



【图 3 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 原子炉圧力容器内の狭隘、複雑環境でも外側から応力改善し、予防保全し、プラントの健全性維持の工場を図る。

【解決手段】 原子炉圧力容器2内から燃料集合体を取外した後のオペレーションフロア1上にレーザー発振器70と導光管25を搭載した支柱20を設置し、原子炉圧力容器2内には上部格子板3上に水平導光管29と、アニユラス用レーザー施工装置73を搭載する。導光管25は移動反射式ミラーボックス24に接続し、ミラーボックス24は導光管マスト26に接続し、導光管マスト26は水平導光管29に接続している。

オペレーションフロア1上のレーザー発振器70からレーザーをアニユラス用レーザー施工装置73へ伝送してアニユラス用レーザー施工装置73からレーザー光を施工対象物に照射して応力改善を図る。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】
【識別番号】 000003078
【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
【氏名又は名称】 株式会社東芝
【代理人】 申請人
【識別番号】 100087332
【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門1丁目15番7号 T G 1 1 5 ビ
ル 猪股特許事務所
【氏名又は名称】 猪股 祥晃

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名	株式会社東芝

